

Carmem Virgínia Mendonça Aguiar Rodrigues

**DINÂMICA DA NEMATOFUNA ASSOCIADA À
COBERTURA DO SOLO COM PALHIÇO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

RECIFE-PE

Fevereiro de 2014

Carmem Virgínia Mendonça Aguiar Rodrigues

**DINÂMICA DA NEMATOFAUNA ASSOCIADA À
COBERTURA DO SOLO COM PALHIÇO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fitopatologia

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientadora: Prof^aDr^a Elvira Maria Régis Pedrosa

Co-orientadora: Dr^a Sandra Roberta Vaz Lira Maranhão

RECIFE-PE

Fevereiro de 2014

Ficha catalográfica

R696d Rodrigues, Carmem Virgínia Mendonça Aguiar
Dinâmica da nematofauna associada à cobertura do solo
com palhiço de cana-de-açúcar / Carmem Virgínia Mendonça
Aguiar Rodrigues. – Recife, 2014.
73 f. :il.

Orientadora: Elvira Maria Regis Pedrosa.
Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia,
Recife, 2014.
Referências.

1. Geoestatística 2. Nematoides 3. Cana-de-Açucar
4. Palhiço I. Pedrosa, Elvira Maria Regis, orientadora
II. Título

CDD 632

Carmem Virgínia Mendonça Aguiar Rodrigues

DINÂMICA DA NEMATOFUNA ASSOCIADA À COBERTURA
DO SOLO COM PALHIÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 25/02/2014

ORIENTADORA:

Prof^a Dr^a Elvira Maria Régis Pedrosa (UFRPE)

EXAMINADORES:

Dr^a. Daniela Silva Salgues de Matos (ADAGRO)

Dr^a. Andrea Chaves (ECAC-UFRPE)

Prof^a. Dr^a. Rosa Ramos Mariano (UFRPE)

Prof. Dr. Abelardo Antônio Assunção Montenegro (UFRPE)

RECIFE-PE

Fevereiro de 2014

OFEREÇO

Aos meus pais, Carísio Antônio e Maria do Carmo (*in memoriam*) que me ensinaram tudo que eu tenho de melhor, o valor da amizade.

DEDICO

Ao meu esposo, Bartolomeu Marques Rodrigues, que sempre me compreendeu e me deixou livre para tomar qualquer decisão, e aos meus filhos, João Paulo e Maria Izabel que são a razão pela qual estou aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que tem o dom de nós dá a vida e sempre está a frente dela;

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa, pela oportunidade de crescimento.

Ao Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade do desenvolvimento da pesquisa;

Ao Eng. Agrônomo Bartolomeu Marques Rodrigues, gerente da Destitaria Giasa por ocasião das coletas do material para realização dos trabalhos, e a todos os trabalhadores de campo da usina;

Ao CNPq pelo apoio financeiro;

Aos meus amigos Alessandra Duarte, Daniela Salgues, Elke Leal, João Vitor, Kamila Correia, Marcella da Fonte, Roberta da Fonte, Socorro Cristina, pelo apoio e amizade nesses anos;

Aos meus amigos que diretamente me ajudaram na realização do trabalho, muito obrigada Alice Gonçalves e Jefferson Serpa Peixoto;

Aos amigos do laboratório, em especial Lilian Palhares, Marcela Andrade e Mariana Ferreira, pelo apoio que encontrei em vocês para terminar o meu trabalho;

A Darcy Martins, e aos funcionários da Área de Fitopatologia, em especial a Adelmo Santana e Luiz Coelho, pela amizade e pelo apoio;

Aos meus sobrinhos Rodrigo Ferraz, Maria Beatriz Mendonça, Lívia Feitosa, Brunna Ferraz e Mariana Mendonça, pela alegria que vocês me proporcionam;

Aos meus pais, Carísio Antônio e Maria do Carmo (*in memoriam*) pelo carinho que sempre tiveram comigo. Aos meus irmãos, Carmem Sofia, Pedro Amaro e Paulo Gustavo, e a Ana Paula Nascimento, Débora Ferraz e Rosângela Feitosa que são mais que cunhadas, a Ilka Luciana pois sem seu apoio não seria possível o termino do trabalho, e também aos meus sobrinhos do coração Maria Luísa e Davi Rodrigues do Nascimento;

A minha família, meu esposo Bartolomeu Marques Rodrigues e meus filhos João Paulo Mendonça Aguiar Rodrigues e Maria Izabel Mendonça Aguiar Rodrigues pelo preenchimento da minha vida sempre com muita alegria e amor;

A todos que juntamente com a experiência do doutorado me ensinou o valor que tem uma amizade.

SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Resumo Geral	vii
General Abstract	ix
Capitulo I – Introdução Geral	11
Capitulo II - Dinâmica da nematofauna associada à cobertura do solo com palhiço de cana-de-açúcar	30
Abstract	31
Resumo	31
Introdução	32
Material e métodos	33
Resultado	34
Discussão	36
Agradecimentos	37
Literatura citada	37
Capitulo III - Efeito da densidade da cobertura do solo com palhiço de cana-de-açúcar sobre a nematofauna e desenvolvimento da planta	55
Resumo	56
Abstract	56
Introdução	57
Materiais e métodos	58
Resultados e discussão	59
Conclusões	61
Agradecimentos	61
Referências bibliográficas	62
Capítulo IV - Conclusões Gerais	73

RESUMO GERAL

Foi estudado o efeito da cobertura do solo com palhiço de cana-de-açúcar sobre a dinâmica da nematofauna associada à cultura. Para isso foram realizados dois estudos, o primeiro em condições de campo e o segundo em casa de vegetação. No primeiro estudo, as avaliações foram realizadas na destilaria Giasa, localizado no município de Pedras de Fogo, no Estado da Paraíba. Foram selecionadas quatro áreas com características similares, duas com cobertura de palhiço e duas sem cobertura, e realizadas duas coletas por área, a primeira antes do corte da cana e incorporação do palhiço e, a segunda, oito meses após o corte. As amostras de solo e raiz foram coletadas na linha de plantio da cana-de-açúcar, em malha quadrangular de 42 × 42m, totalizando 49 amostras por área, e os nematoides identificados por família, ou por família e gênero quando parasitos de planta. A distribuição espacial dos nematoides foi avaliada por meio de ajustes de semivariogramas e realizada interpolação por Krigagem ordinária para mapeamento. Análises de covariância mostraram que o uso da cobertura de palhiço aumentou significativamente as densidades populacionais de Mononchidae, *Helicotylenchus*, *Criconemella*, mas diminuiu a de *Hemiciclyophora*. Mapas de krigagem mostraram que, de forma geral, tanto nas áreas com cobertura quanto nas sem cobertura de palhiço, houve diminuição no número de nematoides de vida livre e endoparasitos depois do corte da cana-de-açúcar. Os nematoides de vida livre e os ectoparasitos mostraram distribuição mais uniformes no campo, enquanto que os endoparasitos apresentaram distribuição em reboleiras, independente da cobertura do solo. No segundo estudo foi avaliado a influência de diferentes espessuras da cobertura do solo com palhiço de cana-de-açúcar sobre a nematofauna e desenvolvimento da cana, em condições de casa de vegetação. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 (solo naturalmente infestado, tratado com nematicida e solo autoclavado) × 5 (espessura da cobertura do solo: 0 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm e 4 cm de palhiço), com cinco repetições. Os parasitos de planta (ecto e endoparasitos) no solo não diferiram em relação aos diferentes níveis de cobertura com palhiço de cana-de-

açúcar, entretanto, os nematoides de vida livre apresentaram menor ($P=0.05$) densidade populacional quando o solo foi coberto com 2 cm de cobertura de palhico. Nas raízes, as densidades populacionais de *Meloidogyne* e *Pratylenchus* (totais por sistema radicular e por grama de raiz) tiveram um considerável aumento ($P=0.05$) quando o solo esteve coberto com o maior nível de cobertura (4 cm). A altura das plantas, diâmetro do colmo, biomassa fresca do sistema radicular e da parte aérea e biomassa seca da parte aérea, em solo naturalmente infestado não diferiu estatisticamente ($P=0.05$) do solo autoclavado. O diâmetro do colmo e biomassa fresca do sistema radicular foi a maior ($P=0.05$) em solo com nematicida. Os níveis de cobertura de palhico de cana-de-açúcar estudados não afetaram as variáveis de crescimento da cana-de-açúcar durante o período do experimento.

Palavras chave: biomassa, estrutura trófica, geoestatística, matéria orgânica, nematoide, *Saccharum*

GENERAL ABSTRACT

It was studied the effect of managing trash harvesting of sugarcane as soil amendment on dynamic of nematode community associated to the crop. It was carried out two studies, the first one under field conditions and, the second one, under greenhouse. In the first one, evaluations were carried out at Giasa distillery in the municipality of Pedras de Fogo in the State of Paraíba, Brazil. Four areas with similar characteristics, two amended and two non-amended with trash harvesting of sugarcane, were selected and sampled twice, before sugarcane cut and trash harvesting incorporation and eight months later. Soil and root samples were collected 25-cm depth in sugarcane growing lines within a regular 42×42-m square net, with 49 points per area, and nematodes identified by family, or family and genus when plant parasitic. Spatial distribution of nematodes was evaluated using semivariograms and adjustments by ordinary Kriging interpolation for mapping. Covariance analyses showed soil amendment significantly increase Mononchidae, *Helicotylenchus* and *Criconemella* population density, but decreased *Hemicicyophora*. The spherical model was the best fit to most the data semivariograms. Kriging maps showed, in general, decrease on both free living and endoparasitic nematode densities after sugarcane cut, in areas with or without amendment. Free living and ectoparasitic nematodes presented a more uniform distribution in field, in contrast to the aggregated distribution of the endoparasitic forms, despite using trash harvesting of sugarcane amendment. In the second study, it was evaluated density effect of trash harvesting of sugarcane used as soil amendment on dynamic of nematode community and sugarcane development in naturally infested soil, under greenhouse. Experiment was carried out in completely randomized design with factorial arrangement 3 (no treated, treated with nematicide, and sterilized soil) × 5 (amendment density: 0 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm and 4 cm of trash harvesting of sugarcane) with five replicates. Plant parasitic nematodes (ecto and endoparasites) in soil were not affected ($P=0.05$) by different amendment densities, but free living nematodes densities were lower in soil amended with 2-cm trash harvesting of sugarcane. In

roots, *Meloidogyne* and *Pratylenchus* densities (per root system or per gram of root) increased ($P=0.05$) when soil was covered with the highest amendment level (4 cm). There was no difference in plant height, stalk diameter, fresh root system biomass, shoot biomass, and dry shoot biomass in naturally infested soil and sterilized soil, but stalk diameter and fresh root system biomass were higher in soil with nematicide. Levels of trash harvesting of sugarcane amendment did not affect any growing variables during the experimental period.

Key words: biomass, trophic structure, geostatistics, organic matter, nematode, *Saccharum*

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO GERAL

DINÂMICA DA NEMATOFUNA ASSOCIADA AO MANEJO DA COBERTURA DO SOLO COM PALHIÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é originária de Nova-Guiné de onde foi levada para o sul da Ásia, para ser utilizada principalmente na forma de xarope. Os primeiros indícios de sua utilização na forma sólida são do ano 500 na Pérsia, no entanto, foi na América que à cana-de-açúcar excelentes condições para desenvolvimento. Existem hipóteses de que o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil seja anterior à época do descobrimento, contudo seu desenvolvimento seria posterior, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses (MOZAMBANI et al., 2006).

A cana-de-açúcar pertence à Divisão Magnoliophyta, Classe Liliopsida, Ordem Graminales, Família Poaceae, Gênero *Saccharum* (CRONQUIST, 1981), podendo ser cultivada em uma ampla faixa de latitude, desde cerca de 35°N a 30°S, e em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.000 m, em cerca de 80 países (RODRIGUES, 1995). Apresenta desenvolvimento em forma de touceira, tendo a parte aérea formada por colmos, folhas, inflorescências e frutos e a subterrânea por raízes e rizomas. As raízes são fasciculadas ou em cabeleira, sendo que 85% delas encontram-se nos primeiros 50 cm e, aproximadamente, 60% entre os primeiros 20-30 cm de profundidade, havendo pequenas variações nessa porcentagem dependendo, principalmente das variedades utilizadas (MOZAMBANI et al., 2006).

É uma cultura semiperene, com ciclo de cinco a sete anos e sistema radicular diferenciado em relação à exploração das camadas mais profundas do solo, quando comparado com o sistema radicular das demais culturas anuais. Apresenta estreita relação das raízes com o pH, saturação por bases, porcentagem de alumínio e teores de cálcio nas camadas mais profundas do solo (STAUT, 2006).

O cultivo da cana-de-açúcar continua em expansão no Brasil. As aéreas em produção continuam com progressivo aumento, embora em um ritmo menos acelerado nos Estados das regiões Centro-oeste e Sudeste. Mato Grosso do Sul, São Paulo, Goiás e Mato Grosso, com 61,8 mil hectares, 49,4 mil hectares, 47,5 mil hectares e 15,5 mil hectares plantados,

respectivamente, são os estados com maior acréscimo de área colhida no Brasil (CONAB, 2013).

As condições climáticas que influenciaram a safra 2012/13 no Brasil está dividida em dois períodos. No Nordeste, o clima foi favorável ao desenvolvimento da cana-de-açúcar no ano de 2011, porém no ano de 2012, a seca que atingiu a região prejudicou os canaviais, principalmente aqueles que foram colhidos no final da safra passada, por não ter umidade suficiente para o desenvolvimento da soqueira (CONAB, 2013).

No Brasil a área cultivada com cana-de-açúcar na safra 2012/13 foi de 8.485,0 mil hectares, distribuídas em todos os estados produtores. São Paulo foi o maior produtor com 52,07% (4.419,48 mil hectares), seguido por Goiás com 8,55% (725,91 mil hectares), Minas Gerais com 8,51% (721,88 mil hectares), Paraná com 7,20% (610,83 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 6,34% (542,70 mil hectares), Alagoas com 5,25% (445,71 mil hectares) e Pernambuco com 3,68% (312,09 mil hectares). No Nordeste, a produtividade ficou em 69.407 kg/ha, devido ao clima que reduziu a produtividade em 14,2%. A produção de açúcar no Brasil foi de 38.336,9 mil toneladas, deste total, 70,38% produzido na região Sudeste, 10,72% na região Centro-Oeste, 10,69% na região Nordeste e 8,01% na região Sul (CONAB, 2013).

A produção brasileira de etanol na safra 2012/13 foi de 23,64 bilhões de litros, deste total, 9,85 bilhões de litros foram de etanol anidro e, 13,79 bilhões de litros, de etanol hidratado. O Sudeste, Centro-Oeste e Sul, concentraram 92,2% do total de etanol produzido, principalmente os estados de São Paulo (51,60%), Goiás (13,24%), Minas Gerais (8,54%), Mato Grosso do Sul (8,10%), Paraná (5,50%) e Mato Grosso (4,16%). A produção de etanol nas regiões Norte e Nordeste representou 7,8% da produção brasileira com o volume de 1,85 bilhões de litros (CONAB, 2013).

O crescimento dos parques industriais, tanto em porte quanto em número, atrelado ao aumento populacional urbano descontrolado, resultaram em aumentos exponenciais das quantidades e tipos de resíduos gerados. Na indústria sucroalcooleira não foi diferente, com a produção de resíduos de expressivo potencial poluidor. Dentre os resíduos, destacam-se a fuligem resultante da queimada da cana-de-açúcar, e da queima do bagaço nas caldeiras, a água de lavagem da cana-de-açúcar, o bagaço, a torta de filtro, a vinhaça e o óleo fusel, entre outros. Muitos desses resíduos, por terem aplicações econômicas, são denominados subprodutos da indústria sucroalcooleira, tendo como principal efluente das destilarias de álcool, a vinhaça (MARQUES, 2006).

O tipo de colheita pode influenciar a produção e longevidade da cultura, os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o meio ambiente e a saúde pública. A prática de queima

dos canaviais, geralmente adotada nas diversas regiões canavieiras do Brasil e do mundo, tem o objetivo de facilitar as operações de corte e carregamento. A queima, que normalmente antecede a colheita está associada a impactos ambientais negativos, a exemplo de elevadas emissões de gases à atmosfera, degradação dos solos e poluição de mananciais e centro urbanos (SPAROVECK et al., 1997). Na colheita mecanizada, as folhas, bainhas, ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal denominada palhiço. Nesse sistema busca-se a redução da erosão e o aumento do teor de matéria orgânica (SOUZA et al., 2005).

O palhiço da cana-de-açúcar

A utilização do palhiço oferece vantagens tais como o aumento e manutenção da umidade do solo, controle de erosão, elevação da quantidade de matéria orgânica no solo, redução da população de nematoides e manutenção dos inimigos naturais da broca, além da diminuição ou até eliminação do uso de herbicidas. A quantidade, a composição, a periodicidade da produção e o tempo de permanência do palhiço no solo são características que dependem do cultivar, clima e manejo da área, e determinam a eficiência desta cobertura (SILVA; COSTA; MARTINS, 2003).

A palha ou palhiço da cana-de-açúcar pode ser utilizada como cobertura morta no controle de plantas invasoras, sendo-lhe atribuída a liberação de compostos alelopáticos e efeitos físicos, onde características do ambiente podem alterar a produção desses compostos. No sistema de produção de cana crua, uma vez que os compostos alelopáticos estão presentes na palha, maiores quantidades dessas substâncias serão liberadas, o que poderá favorecer o controle de plantas invasoras (RODRIGUES; REIS, 1994).

A cobertura morta no solo forma um microclima com temperatura, umidade e população microbiana característica de cada tipo de cobertura e quantidade de palha encontrada (WISNIEWSKI; HOLTZ, 1997). Cada variedade de cana apresenta, normalmente, uma relação C/N diferente. Quanto menor esse valor, mais rápida será a decomposição, dependendo das condições do meio (VIGIL; KISSEL, 1998). Segundo Silva (2003), a quantidade de palha decomposta e a taxa de decomposição são menos intensas quando a cobertura apresentou uma menor quantidade de palha. Talvez esse fato possa ser explicado pela maior dificuldade em obter um ambiente favorável ao desenvolvimento da população microbiana em razão das constantes oscilações térmicas.

A erosão do solo é um fenômeno complexo, que envolve a desagregação e o transporte das partículas de solo, escoamento superficial a infiltração da água no solo, o armazenamento

de parte da água precipitada (ROMKENS; HELMING; PRASAD, 2001). A magnitude relativa e a importância desses processos dependem de um elenco de fatores, tais como clima, solo, topografia, práticas de manejo do solo e cultura, práticas conservacionistas, condições antecedentes de umidade e tamanho da área considerada.

O uso do palhço da cana-de-açúcar pode minimizar os danos causados pela erosão que é uma das formas mais prejudiciais de degradação do solo, uma vez que reduz a capacidade produtiva das culturas, além de causar sérios danos ambientais, tais como o assoreamento e poluição das fontes de água (COGO; LEVIEN; SCHWARZ, 2003; ZARTL; KLIK; HUANG, 2001).

Problemas Fitossanitários da cana-de-açúcar

Os fatores de produtividade que vão determinar a qualidade, alta produtividade e menor custo de produção da cana-de-açúcar são as características do solo, condições climáticas, variedade utilizada e o controle de plantas invasoras, pragas e doenças (VITTI et al., 2006).

Muitas doenças atingem a cana em termos mundiais, porém apenas cerca de dez são simultaneamente importantes em uma região ou país em um dado tempo. Dentre elas, algumas são de importância atual e outras de importância potencial, ou seja, estão causando prejuízo direto ou constituem ameaça futura, respectivamente. Para a cana-de-açúcar, a maioria das doenças é controlada via resistência genética, isto é, os programas de melhoramento incorporam a resistência às principais doenças nas novas variedades. Entretanto, a maioria das resistências a doenças nessa cultura é do tipo quantitativa, onde muitas variedades em cultivo podem apresentar certo nível de suscetibilidade a algumas das doenças. Portanto podem ser necessárias algumas práticas de controle e manejo para que os prejuízos causados pelas doenças sejam minimizados (MACCHERONI; MATSOUKA, 2006).

Estas doenças podem ser causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. Entre as doenças fúngicas destacam-se a ferrugem e o carvão, sendo esta última classificada como uma das principais doenças da cultura da cana-de-açúcar no mundo; entre as bacterianas, o raquitismo das soqueiras e escaldadura das folhas; e entre as virais, o mosaico. Relatos mostram que doenças causadas por vírus são responsáveis por grandes reduções nos conteúdos de sacarose da planta com consequentes reduções no rendimento da cultura (SANTOS, 2011).

Em relação aos nematoides, muitas espécies são encontradas em associação com a cana-de-açúcar (SPAULL; CADETT, 1990), mas nas condições brasileiras três são importantes por causa dos danos que causam à cultura: *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood e *Pratylenchus zaeae* Graham (LORDELLO, 1981; MOURA et al.,

1990; NOVARETTI; TÉRAN, 1983). Altas populações de pelo menos uma delas são encontradas em canaviais pouco desenvolvidos e com baixa produtividade (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Nematoides em cana-de-açúcar

Os nematoides que causam doenças em cana-de-açúcar parasitam as raízes, de onde extraem nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento. Para isso, injetam toxinas no sistema radicular, resultando em deformações como as galhas, provocadas por *Meloidogyne*, e extensas áreas necrosadas, provocadas *Pratylenchus*. Em consequência, as raízes torna-se pobres em radicelas e incapazes de absorver água e nutrientes necessários para o bom desenvolvimento das plantas que se tornam raquíticas, cloróticas, com murchas nas horas mais quentes do dia e menos produtivas.

No campo, são verificadas reboleiras de plantas menores e cloróticas entre outras de porte e coloração normais (DINARDO-MIRANDA, 2006). Muitos fatores físicos e biológicos afetam diretamente a distribuição espacial e temporal de nematoides, a exemplo do pH, teor de matéria orgânica, salinidade e aeração do solo. Entre os fatores abióticos que mais afetam as populações de nematoides, estão a temperatura e a umidade do solo (DINARDO-MIRANDA, 2008). A adição de matéria orgânica ao solo resulta em diminuição na população de certos nematoides, por criar condições favoráveis à multiplicação de seus inimigos naturais, principalmente de fungos e por liberar, durante sua decomposição, substâncias orgânicas, como ácidos graxos voláteis, que podem ter ação nematicida (DINARDO-MIRANDA, 2006).

A interação entre nematoides e cana-de-açúcar envolve estímulo a eclosão, atração até o hospedeiro, penetração e migração dentro dos tecidos, reconhecimento do tecido adequado para alimentação e modificações das células hospedeiras; variando com a espécie de nematoide. Plantas parasitadas por diferentes espécies de nematoides são modificadas de diversas formas (HUSSEY; WILLIAMSON, 1998).

***Meloidogyne* spp.**

Segundo Agrios (2005) os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) parasitam mais de 2000 espécies de plantas, incluindo praticamente todas as plantas cultivadas e invasoras. Os sintomas característicos da doença, embora não seja apresentado por todas as plantas susceptíveis, são os engrossamentos das raízes. O tamanho das galhas é variável, dependendo da espécie do nematoide, grau de infestação e planta hospedeira. Durante o processo de formação das galhas, as fêmeas ficam sedentárias embebidas nos tecidos da raiz, iniciando a

produção de ovos, chegando a mais de 350, mantidos nas massas de ovos, podendo originar de 14 a 17 gerações em um ano. O principal sinal da doença é a presença de massas de ovos sobre as raízes parasitadas (MATOS, 2010).

No interior dos ovos, as formas juvenis de primeiro estágio (J_1) sofrem a primeira ecdise. Dos ovos eclodem, os juvenis de segundo estágio (J_2), que são vermiformes móveis e migram no solo à procura de raízes de plantas hospedeiras. Estas formas são chamadas de pré-parasitas ou infestantes. Atraídos por emanções radiculares das plantas estabelecem o parasitismo (DINARDO-MIRANDA, 2008). Através do estilete, os nematoides injetam secreções esofagianas em cerca de 3 a 8 células, localizadas ao redor da região anterior do corpo do nematoide. As células eleitas sofrem profundas mudanças caracterizadas por hipertrofia, aumento no número de núcleos e organelas, ausência de vacúolo central, engrossamento da parede celular e elevação das taxas metabólicas (HUSSEY; WILLIAMSON, 1998). Essas células, conhecidas como células gigantes, tornam-se hipertrofiadas, com citoplasma denso, granuloso e núcleos e nucléolos muito visíveis (FERRAZ; MONTEIRO, 1995).

A alimentação do parasito provoca um dreno contínuo de grande quantidade de solutos (BIRD; LOVEYS, 1975; MCCLURE, 1977), aumentando a atividade metabólica nos segmentos da raiz próximos à estrutura de alimentação. Aparentemente a indução e manutenção das células gigantes são fenômenos separados (BIRD, 1992). A fase de indução, mediada pelo J_2 , envolve aumento no número de núcleos. A fase de manutenção, mediada pela fêmea adulta, envolve divisões nucleares, maior “diferenciação” em uma célula de transferência e aumento do tamanho da célula, que atinge o máximo, quatro semanas após a infecção, correspondendo ao pique da produção de ovos. As mudanças nas células gigantes correlacionam-se com as mudanças no parasito. No início da infecção, as glândulas esofagianas subventrais do J_2 são as mais ativas, mas a glândula esofogiana dorsal é a predominante na fêmea adulta (HUSSEY; WILLIAMSON, 1998).

A infecção afeta as relações água \times planta (DORHOUT; GOMMERS; COLLOFFEL, 1991; WILCOX-LEE; LORIA, 1987) e o processo fotossintético (MELAKEBERHAN; BROOKE; WEBSTER, 1986). A destruição de pelos absorventes e a redução da taxa de crescimento das raízes, outros sintomas associados à infecção, limitam a exploração do solo e absorção de água e nutrientes (MATOS, 2010). Portanto plantas parasitadas por *Meloidogyne* apresentam sintomas de deficiência nutricional, murcha temporária durante períodos curtos de estresse hídrico ou temperatura elevada, redução de crescimento das plantas e queda de

produtividade (MATOS, 2010; MELAKEBERHAN; BROOKE; WEBSTER, 1986; WILCOX-LEE; LORIA, 1987).

***Pratylenchus* spp.**

De acordo com Agrios (2005), os nematoides do gênero *Pratylenchus*, conhecidos como nematoides das lesões radiculares, são endoparasitos migradores que atacam raízes de várias plantas cultivadas. Todos os estádios juvenis e adultos são vermiformes, movimentam-se intensamente e podem iniciar o parasitismo. Portanto, todas as formas são infestantes.

As fêmeas de *Pratylenchus* depositam os ovos isoladamente, no solo ou no interior das raízes parasitadas. Deles eclodem formas J₂ que passam por mais quatro ecdises, formando-se os adultos (FERRAZ; MONTEIRO, 1995). Adultos e juvenis penetram nas radículas pelas regiões subapicais e, para isso, injetam toxinas que degradam parcialmente as paredes celulares. Em seguida, por ação mecânica, rompem totalmente as paredes celulares. Ao entrar nas raízes, movimentam-se por entre as células e também por dentro das células, formando-se túneis e galerias no córtex das raízes (DINARDO-MIRANDA, 2008).

O ciclo de vida é simples e relativamente rápido, aproximadamente quatro semanas, porém a duração do ciclo pode variar em função da temperatura, umidade, espécie da planta hospedeira e espécie do nematoide (TIHOHOD, 1997). Normalmente ocorrem várias gerações em uma única safra da cultura hospedeira (GOULART, 2008). Quando em altas densidades populacionais, esses parasitos causam severos danos ao sistema radicular que se torna mal desenvolvido, pouco volumoso e raso com presença de áreas necrosadas escurecidas (MOURA et al., 2004).

Os sintomas são inespecíficos e podem ser facilmente despercebidos ou confundidos com sintomas causados por outros patógenos, deficiências nutricionais ou estresse hídrico. Os efeitos sobre o crescimento da planta e, conseqüentemente, sobre a produção vegetal, são resultantes de desordem e mau funcionamento dos processos de crescimento de raízes e exploração do solo para obtenção de água e nutrientes (LOOF, 1991).

Nematoides bioindicadores

Os nematoides vêm sendo utilizados como indicadores da qualidade do solo, bem como da estabilidade do habitat (GORALCZYK, 1998), por causa da abundância, diversidade e presença nos ecossistemas (FERRIS; BONGERS; GOEDE, 2001; YEATES, 2003; HÖSS et al., 2004; SCHRATZBERGER et al., 2006; HEININGER et al., 2007). Compõem um rico grupo da fauna, com 20.000 espécies descritas, encontrados em alguns ambientes como água

doce, sedimentos marinhos e solos, estimando-se que esta quantidade seja menor do que 5% da diversidade total de nematoides (WALL; VIRGINIA, 1999).

De acordo com Yeates et al. (1993), os nematoides são classificados segundo o hábito alimentar, sendo divididos em cinco grupos principais: fitoparasitos, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros. Os fitoparasitos se alimentam de plantas vasculares e possuem estiletos. Os bacteriófagos são compostos por espécies que se alimentam de qualquer fonte procariota, onde se incluem as bactérias, importantes na decomposição da matéria orgânica, fazendo parte desta ordem a família Rhabditidae. Os micófagos têm nos fungos a principal fonte de alimento, possuem estiletos para penetrar nas hifas; os membros da ordem do Aphelenchidae fazem parte deste grupo. Os predadores se alimentam de nematoides, de outros grupos funcionais e de outros invertebrados do solo. E os onívoros, que não ocupam uma posição separada na cadeia alimentar, se alimentam de todos os níveis tróficos. Os dois grupos mais abundantes são os bacteriófagos e os fitoparasitos.

A quantificação dos diversos grupos tróficos e taxonômicos nos diferentes ecossistemas possibilitou o conhecimento de índices para indicar alterações ocorridas no solo decorrente de práticas agrícolas e, conseqüentemente, a adoção de práticas que minimizem o impacto do uso da terra na qualidade do solo. Nesse aspecto, as comunidades de nematoides se destacam em virtude de características que podem evidenciar a ocorrência de distúrbios ambientais que afetam o solo (MATTOS; HUANG; PIMENTEL, 2006).

A composição das comunidades de nematoides no solo é influenciada por fatores ambientais como vegetação hospedeira, tipo de solo, estação climática, nível de umidade e teor de matéria orgânica, além da distribuição espacial (WALL; SKENE; NIELSON, 2002). McSorley (2003) defende que apesar dos nematoides sofrerem influência da temperatura e umidade existente no solo, muitos sobrevivem em condições ambientais extremas de temperatura no solo e umidade relativa de 0%. No entanto, estudos desenvolvidos por Bakonyi e Nagy (2000) mostram que a nematofauna pode sofrer mudanças em poucas semanas quando submetida à temperatura e umidade do solo em locais de clima temperado.

Os nematoides desempenham importante papel nos processos ecológicos do solo e participam de várias interações que afetam a produção vegetal. A maioria dos nematoides encontrados no solo não se alimenta diretamente nas raízes das plantas. Os exsudatos radiculares interferem na biologia do solo fornecendo alimentos para bactérias e fungos, atraindo os correspondentes grupos tróficos para a rizosfera (FRECKMAN; CASWELL, 1985). O consumo de bactérias e fungos do solo por nematoides é importante para a ciclagem

de nutrientes. Uma população de 10 milhões de nematoides/m² pode consumir 800 kg de biomassa viva de bactérias por hectare (NIELSEN, 1961).

Devido às modificações impostas pelo uso do solo, e em particular pela agricultura, a fauna e os microrganismos, em diferentes graus de intensidade, são afetados pelos impactos provocados pelas práticas agrícolas, podendo variar o número e a diversidade de organismos do solo (DIAS JUNIOR; PIERCE, 1996). Essa sensibilidade dos organismos do solo frente às variações no meio ambiente permite servir como indicadores de qualidade do meio (MIRANDA, 2009).

Os nematoides bacteriófagos alimentam-se indistintamente de bactérias benéficas, saprofíticas e patogênicas (CHANTANAO; JENSEN, 1969). Freckman e Huang (1998) relataram que os micófitos apresentaram maior abundância relativa à medida que as plantas senescem e morrem. Portanto sua flutuação sazonal é afetada pelas diferentes taxas de senescência de espécies da comunidade vegetal. Segundo Rahman et al. (2009), os nematoides que se alimentam de bactérias é o grupo predominante nos vinhedos, devido ao rápido crescimento e a tolerância às intempéries existentes nestes ambientes. Sanchez-Moreno e Ferris (2007) também registraram predominância de nematoides bacteriófagos, especialmente *Acrobeloides*, durante 20 anos em vinhedos.

Uso de geoestatística em estudos com nematoides

Através dos avanços tecnológicos na agropecuária, especialistas têm notados, cada vez mais, que os diversos setores da agricultura não podem ser tratados de maneira homogênea no que diz respeito à medição de variáveis nas áreas agrícolas. Neste sentido, a variação espacial e temporal deve ser considerada para uma melhor aplicabilidade dos insumos, podendo assim melhorar a produtividade, reduzir o custo de produção e o impacto ambiental (FARIAS et al., 2003).

A geoestatística é um tópico especial da estatística aplicada que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas, aquelas que têm comportamento espacial mostrando características intermediárias entre as variáveis verdadeiramente aleatórias e as totalmente determinísticas (LANDIM, 1998). A característica principal das variáveis regionalizadas constitui-se na sua continuidade ou variabilidade espacial, cujo entendimento e modelagem representam a base de toda a análise geoestatística (MONTEBELLER, 2005).

Sendo esta uma metodologia adequada para a análise de dados que estão correlacionados dessa forma, pois é possível caracterizar a estrutura da dependência espacial entre os parâmetros que definem a distribuição espacial dos nematoides no solo. Uma vez

detectada dependência espacial entre as observações, o processo de “krigagem” permite estimar valores em locais não amostrados. O mapeamento permite a visualização espacial dos nematoides na área de interesse, o que constitui aspecto de inquestionável importância, como ferramenta de apoio às decisões para o manejo de populações desses patógenos (FARIAS, 1999, FARIAS et al., 2003).

A krigagem é um método de interpolação para processos espaciais aleatórios, estima a ocorrência de um processo estocástico a partir de observações do mesmo em outros locais (MONTEBELLER, 2005). E segundo Rossi, Dungan e Beck (1994), pode ser usada em variáveis discretas e contínuas e é, por isso, sensível para a estimação de variáveis binárias na presença ou ausência da característica estudada. Fornecendo assim estimativa para um local específico.

No Brasil, Dinardo-Miranda e Fracasso (2009) afirmaram ser viável o uso da geoestatística para avaliar a distribuição espacial de nematoides parasitos de planta em cana-de-açúcar, bem como para definir planos de amostragem visando implementação no programa de manejo integrado.

O presente trabalho teve como objetivo estudar áreas cultivadas com cana-de-açúcar com cobertura de palhicho de cana-de-açúcar e sem cobertura de palhicho de cana-de-açúcar e caracterizar a variabilidade espacial, além de avaliar o efeito de diferentes espessuras de cobertura do solo com palhicho de cana-de-açúcar em condições de casa de vegetação sobre a nematofauna associada à cultura da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. Plant Pathology. 5rd. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 922p.

BAKONYI, G.; NAGY, P. Temperature- and moisture-induced changes in the structure of the nematode fauna of a semiarid grassland-patterns and mechanism. Global Change Biology, Oxford, v. 6, p. 697-707, 2000.

BIRD, D.M. Mechanisms of *Meloidogyne*-host interactions. In: Gommers, F.J. & Maas, P.W.T. (Ed.) Nematology from Molecule to Ecosystem. Wageningen, The Netherlands. European Society of Nematologists. p. 51-59, 1992.

BIRD, A.F. & LOVEYS, B.R. The incorporation of photosynthates by *Meloidogyne javanica*. Journal of Nematology, New York, v. 7, p. 111-113, 1975.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. perdas de solo e água por erosão hídrica influenciada por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo.

Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, v.27, p.743-753, 2003.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. Brasil:Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, 3º levantamento, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_p_ortugues_-_abril_2013_1o_lev.pdf> Acesso em: 26 maio 2013.

CHANTANAO, A.; JENSEN, H. J. Sapronic nematodes as carries and disseminators of plant pathogenic bacteria. Journal of Nematology, Hanover, v. 26, p. 216-218, 1969.

CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University Press., 126p, 1981.

DIAS JÚNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 20, p. 175-182, 1996.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematoides na cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, S. N.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Eds.). Atualização de cana-de-açúcar. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 281-292.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Nematóides. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELO, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. Cana-de-açúcar. Campinas: IAC, p. 405-422, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; FRACASSO J. V. Spatial distribution of plant-parasitic nematodes in sugarcane fields. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 66, n. 2, p. 188-194, 2009.

DORHOUT, R.; GOMMERS, F. J.; COLLOFFEL, C. Water transport through tomato roots infected with *Meloidogyne incognita*. Phytopathology, Sant Paul, v. 81, p. 379-385, 1991.

FARIAS, P. R. S. Distribuição espacial do nematóide reniforme com o uso da geoestatística, em um solo com rotação de culturas. 1999. Tese (Doutorado em Ciências Solo) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 109 f, 1999.

FARIAS, P. R. S.; NOCITI, L. A. S.; BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 25, p. 235-241, 2003.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 168-201.

FERRIS, H.; BONGERS, T.; GOEDE, R.G.M. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. Applied Soil Ecology, Amsterdam, v.18, p. 13-29, 2001.

FRESCKMAN, D. W.; CASWELL, E. P. The ecology of nematodes in agroecosystems. Annual Review Phytopathology, Palo Alto, v. 23, p. 275-296, 1985.

FRESCKMAN, D. W.; HUANG, S. P. Response of the soil nematode community in a shortgrass steppe to long-term and short-term grazing. Applied Soil Ecology, New York, v. 9, p. 39-44, 1998.

GORALCZYK, K. Nematodes in a coastal dune succession: Indicators of soil properties. Applied Soil Ecology, Amsterdam, v. 9, p. 465-469, 1998.

GOULART, A. M. C. Aspectos gerais sobre nematóides-das-lesões-radiculares (gênero Pratylenchus). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 30p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 219).

HEININGER, P.; HÖSS, S.; CLAUS, E.; PELZER, J.; TRAUNSPURGER, W. Nematode communities in contaminated river sediments. Environmental Pollution, Koblenz, v. 146, p. 64-76, 2007.

HÖSS, S.; TRAUNSPURGER, W.; SEVERIN, G. F.; JÜTTNER, I.; PFISTER, G.; SCHRAMM, K. W. Influence of 4-nonylphenol on the structure of nematode communities in freshwater microcosms. Environmental Toxicology and Chemistry, v. 23, p. 1268-1275, 2004.

HUSSEY, R. S.; WILLIAMSON, Y. M. Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A. WINDHAM, G. L. (Eds.). Plant and nematode interactions. Winconsin: ASA-ESSA, p. 87-108, 1998.

LANDIM, P. M. B. Análise estatística de dados geológicos. São Paulo: UNESP, 1998. 226 p.

LOOF, P. A. A. The Family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: NICKLE, W. R. (Ed.). Manual of agricultural nematology. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 363-421.

LORDELLO, L. G. E. Nematoides das plantas cultivadas. 6 ed. São Paulo: Nobel, 1981. 314p.

MACCHERONI, W.; MATSOUKA. Manejo das principais doenças da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, S. N.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Eds.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: CP 2, 2006. P. 238-256.

MARQUES, M. O. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Org.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Editoral, 2006. p. 369-375.

MATOS, D. S. S. Amostragem e efeito da vinhaça sobre a distribuição de nematoides associados à cana-de-açúcar em áreas de encosta e tabuleiro na zona da mata norte de Pernambuco. 2010, 91f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

MATTOS, J. K. A.; HUANG, S. P.; PIMENTEL, C. M. M. Grupos tróficos da comunidade de nematoides do solo em oito sistemas de uso da terra nos serrados do Brasil Central. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 30, p. 267-273, 2006.

McCLURE, M.A. *Meloidogyne incognita*: a metabolic sink. Journal of Nematology, New York, v. 9, p. 88-90. 1977.

McSORLEY, R. Adaptations of nematodes to environmental extremes. Florida Entomologist, Gainesville, v. 86, p. 138-142, 2003.

MELAKEBERHAN, H.; BROOKE, R. C.; WELSTER, J. M. Relationship between physiological response of French beans of different age to *Meloidogyne incognita* and subsequent yield losses. Plant Pathology, London, v. 35, p. 203-213, 1986.

MIRANDA, T. L. Relações entre atributos físicos e biológicos do solo após operações de colheita e aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar. 2009, 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MONTEBELLER, C. A. Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas no estado do Rio de Janeiro. 2005, 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

MOURA, R. M.; RÉGIS, E. M.; MOURA, A. M. Espécies e raças de *Meloidogyne* assinaladas em cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Nematologia Brasileira, Piracicaba, v.14, p.33-38, 1990.

MOURA, R. M.; GUIMARÃES, L. M. P.; MARANHÃO, S. R. V. L.; PEDROSA, E. M. R. Pratilencose atípica assinalada no Estado do Rio Grande do Norte. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 29, p. 692, 2004.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. S.; SEGATO, S. V.; MATTIUS, C. F. M. História e morfologia da cana de açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Eds.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Divisão de Biblioteca e Documentação-ESALQ/USP, 2006. p. 11-18.

NIELSEN, C. O. Respiratory metabolism of some populations of enchytraeids worms and free living nematodes. Oikos, Copenhagen, v. 12, p.17-35, 1961.

NOVARETTI, W.R.T.; TÉRAN, F.O. Controle de nematóides parasitos da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA, 1., 1983, Piracicaba, Anais... p.16-24.

RAHMAN, L.; WHITELAW-WECKERT, M. A.; HUTTON, R. J.; ORCHARD, B. Impact of floor vegetation on the abundance of nematode trophic groups in vineyards. Applied Soil Ecology, Amsterdam, v. 42, p. 96-106, 2009.

ROMKENS, M.J.M.; HELMING, K.; PRASAD, S.N. Soil erosion under different rainfall intensities, surface roughness, and soil water regimes. Catena, v. 46, p. 103-123, 2001.

RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Estabelecimento de outras forrageiras em áreas de *Brachiaria* spp. IN: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 299-325.

RODRIGUES, J. D. Fisiologia da cana-de-açúcar. Botucatu – São Paulo, 1995. Disponível em : <<http://www.residenciaagronomica.ufpr.br/bibliografia/MATURAD.pdf>> Acesso em 12 jan. 2014.

ROSSI, R. E.; DUNGAN, J. L.; BECK, L. R. Kriging in the shadows: geostatistical interpolation for remote sensing. Remote Sensing of Environment, United States, v. 49, p. 32-40, 1994.

SANCHEZ-MORENO, S.; FERRIS, H. Suppressive servisse of the soil foodweb: effects of environmental management. Agriculture Ecosystems Environment, Amsterdam, v. 8, p. 75-87, 2007

SANTOS, D. F. Reação de cultivares de soja a *Meloidogyne moroccienses*. 2011. 50f. Monografia. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SCHRATZBERGER, M.; BOLAM, S.; WHOMERSLEY, P.; WARR, K. Differential response of nematode colonist communities to the intertidal placement of dredged material. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 334, p. 244-255, 2006.

SILVA, A. J. N. Alterações físicas e químicas de um Argissolo Amarelo coeso sob diferentes sistemas de manejo com cana-de-açúcar. 2003. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 120f. 2003.

SILVA, J. R. V.; COSTA, N. V.; MARTINS, D. Efeito da palhada de cultivares de cana-de-açúcar na emergência de *Cyperus rotundus*. Planta Daninha, Viçosa, v.21, n.3, p.375-380, 2003.

SOUZA, Z.M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de aolheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, n. 3, p. 271-278, mar. 2005.

SPARAVECK, G.; ALLEONI, L. R. F.; FERREIRA, J. C.; ROSSETO, R. Aptidão das terras de Piracicaba para o corte mecanizado de cana-de-açúcar. STAB. Piracicaba, v. 15, n. 5, p. 14-17, 1997.

SPAULL, V. W.; CADET, P. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDEE, J. (ed). Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Paris CAB International Institute of Parasitology. p. 461-491, 1990.

STAUT, L. A. Condições dos solos para o cultivo de cana-de-açúcar. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/CanaSolo/Index.htm> Acesso em: 26 dez. 2013.

TIHOHOD, D. (Ed.). Guia prático de identificação de fitonematóides. Jaboticabal: FCAV: FAPESP, 1997. 246 p.

VIGIL, M. F.; KISSEL, D. E. Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues. Soil Science Society American Journal, v. 55, p. 757-761, 1998.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; OTTO, RAFAEL; QUINTINO, T. A. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar, Piracicaba, 2006.

WALL, D. H.; VIRGINIA, R. A. Controls on soil biodiversity: insights from extreme environments. Applied Soil Ecology, Amsterdam, v. 13, p. 137-150, 1999.

WALL, J. W.; SKENE, K. R.; NEILSON, R. Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. Biology and Fertility of Soils, Heidelberg, v. 35, p. 293 - 301, 2002.

WILCOX-LEE, D.; LORIA, R. Effects of nematode parasitism on plant water relations. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Eds.). Vistas on nematology. Hyattsville: Society of Nematologists, 1987. p. 261-266.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, 1997.

YEATES, G.W. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. Biology and Fertility of Soils, New York, v. 37, p. 199-210, 2003.

YEATES, G. W.; BOMGERS, T.; DE GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S. Feeding habits in nematode families and genera – an outline for soil ecologists. Journal of Nematology, Hanover, v. 25, p. 315-331, 1993.

ZARTL, A. S.; KLIK, A.; HUANG, C. Soil detachment and transport processes from interrill and rill areas. Physical Chemical Earth, v. 26, p. 25-26, 2001.

CAPÍTULO II
DINÂMICA DA NEMATOFUNA ASSOCIADA À COBERTURA DO SOLO COM
PALHIÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

1
2 **Dinâmica da nematofauna associada à cobertura do solo com palhico de cana-de-**
3 **açúcar¹**
4

5 C. V. M. A. Rodrigues², E. M. R. Pedrosa^{3*}, P. A. de Barros³
6

7 ¹Parte da tese da primeira autora. ²Universidade Federal Rural de Pernambuco Departamento
8 de Agronomia, Brasil. ³Universidade Federal Rural de Pernambuco Departamento de
9 Engenharia Agrícola, Brasil. *Autor para correspondência: Universidade Federal Rural de
10 Pernambuco Departamento de Engenharia Agrícola, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, CEP:
11 52171-900, e-mail: elvira.pedrosa@dtr.ufrpe.br
12

13 **ABSTRACT**

14 Rodrigues, C. V. A., Pedrosa, E. M. R., Barros, P. A. **Dynamic of nematode community**
15 **associated with trash harvesting of sugarcane as soil amendment**
16

17 It was studied the effect of managing trash harvesting of sugarcane as soil amendment on
18 dynamic of nematode community associated to the crop. Evaluations were carried out at Giasa
19 distillery in the municipality of Pedras de Fogo in the State of Paraíba, Brazil. Four areas with
20 similar characteristics, two amended and two non-amended with trash harvesting of sugarcane,
21 were selected and sampled twice, before sugarcane cut and trash harvesting incorporation and
22 eight months later. Soil and root samples were collected 25-cm depth in sugarcane growing
23 lines within a regular 42×42-m square net, with 49 points per area, and nematodes identified
24 by family, or family and genus when plant parasitic. Spatial distribution of nematodes was
25 evaluated using semivariograms and adjustments by ordinary Kriging interpolation for mapping.
26 Covariance analyses showed soil amendment significantly increase Mononchidae,
27 *Helicotylenchus* and *Criconemella* population density, but decreased *Hemiciclyophora*. The
28 spherical model was the best fit to most the data semivariograms. Kriging maps showed, in general,
29 decrease on both free living and endoparasitic nematode densities after sugarcane cut, in areas
30 with or without amendment. Free living and ectoparasitic nematodes presented a more uniform
31 distribution in field, in contrast to the aggregated distribution of the endoparasitic forms,
32 despite using trash harvesting of sugarcane amendment.
33

34 Key words: trophic structure, geostatistics, organic matter, nematode, *Saccharum*
35

36 **RESUMO**
37

38 Rodrigues, C. V. A., Pedrosa, E. M. R., Barros, P. A. **Dinâmica da nematofauna associada à**
39 **cobertura do solo com palhico de cana-de-açúcar**
40

41 Foi estudado o efeito da cobertura do solo com palhico de cana-de-açúcar sobre a dinâmica da
42 nematofauna associada à cultura. As avaliações foram realizadas na destilaria Giasa, localizado
43 no município de Pedras de Fogo, no Estado da Paraíba. Foram selecionadas quatro áreas com
44 características similares, duas com cobertura de palhico e duas sem cobertura, e realizadas duas
45 coletas por área, a primeira imediatamente antes do corte da cana e incorporação do palhico e,
46 a segunda, oito meses após o corte. As amostras de solo e raiz foram coletadas na linha de
47 plantio da cana-de-açúcar, em malha quadrangular de 42 × 42m, totalizando 49 amostras por
48 área, e os nematoides identificados por família, ou por família e gênero quando parasitos de
49 planta. A distribuição espacial dos nematoides foi avaliada por meio de ajustes de
50 semivariogramas e realizada interpolação por Krigagem ordinária para mapeamento. Análises

51 de covariância mostraram que o uso da cobertura de palhiço aumentou significativamente as
52 densidades populacionais de Mononchidae, *Helicotylenchus*, *Criconemella*, mas diminuiu a de
53 *Hemiciclyophora*. Mapas de krigagem mostraram que, de forma geral, tanto nas áreas com
54 cobertura quanto nas sem cobertura de palhiço, houve diminuição no número de nematoides
55 de vida livre e endoparasitos depois do corte da cana-de-açúcar. Os nematoides de vida livre e
56 os ectoparasitos mostraram distribuição mais uniformes no campo, enquanto que os
57 endoparasitos apresentaram distribuição em reboleiras, independente da cobertura do solo.

58
59 Palavras chave: estrutura trófica, geoestatística, matéria orgânica, nematoide, *Saccharum*

60 61 INTRODUÇÃO

62 No Brasil, danos à cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) devido a nematoides
63 são estimados em torno de 20% na produção (Dinardo-Miranda, Gil, Menegatti, 2003). Apesar
64 de parasitar apenas as raízes, de onde extraem metabólitos para alimentação, os prejuízos
65 conferidos à parte aérea das plantas são reflexos do dreno contínuo de grande quantidade de
66 solutos para as células de alimentação aliado a um sistema radicular pouco desenvolvido, pobre
67 em radículas, impossibilitado de realizar normalmente as funções necessárias ao adequado
68 desenvolvimento das plantas (Husse e Williamson, 1998, Dinardo-Miranda, 2005). As três
69 espécies mais importantes por causa dos danos que causam à cultura são *Meloidogyne javanica*
70 (Treb) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid e White) e *Pratylenchus zaei* Graham (Moura *et al.*,
71 1990). Altas populações de pelo menos uma delas são encontradas em canaviais pouco
72 desenvolvidos e com baixa produtividade (Dinardo-Miranda, 2008).

73 Devido ao hábito alimentar e distribuição agregada das principais espécies de
74 nematoides parasitas da cana-de-açúcar, no campo são verificados reboleiras de plantas
75 menores e cloróticas entre outras de porte e coloração aparentemente normais (Dinardo-
76 Miranda, 2006). A distribuição agregada torna a estatística convencional geralmente
77 inadequada para o estudo destas populações, uma vez que não quantifica a dependência
78 espacial entre as amostras (Avendanõ *et al.*, 2003), o que torna a geoestatística a ferramenta
79 mais adequada para o estudo destas populações e de outras variáveis do solo relacionadas ao
80 rendimento da cultura (Silva *et al.*, 2000, Alves *et al.*, 2006, Dinardo-Miranda e Fracasso,
81 2009).

82 Embora causem prejuízos à cultura, os nematoides desempenham importante papel
83 nos processos ecológicos do solo e participam de várias interações que afetam a produção
84 vegetal. A maioria dos nematoides encontrados no solo não se alimenta diretamente nas
85 raízes das plantas. Os exsudatos radiculares interferem na biologia do solo fornecendo
86 alimentos para bactérias e fungos, atraindo os correspondentes grupos tróficos para a
87 rizosfera (Freckman; Caswell, 1985). Muitos fatores físicos e biológicos afetam diretamente a
88 distribuição espacial e temporal dos nematoides. A adição de matéria orgânica ao solo resulta
89 em diminuição na população de certos nematoides, por criar condições favoráveis à
90 multiplicação de inimigos naturais, principalmente de fungos e por liberar, durante a
91 decomposição, substâncias orgânicas, como ácidos graxos voláteis, que podem ter ação
92 nematicida (Dinardo-Miranda, 2006).

93 Roque *et al.* (2008) afirmou que a análise geoestatística pode indicar alternativas de
94 manejo que reduzam os efeitos da variabilidade espacial sobre a produção agrícola, mas
95 também para estimar respostas das plantas a certas práticas adotadas. O objetivo da pesquisa
96 foi estudar o efeito do manejo de cobertura do solo com palhiço de cana-de-açúcar sobre a
97 dinâmica da nematofauna associada à cultura, utilizando técnicas de estatísticas descritivas e
98 geoestatísticas para identificação dos padrões de variabilidade e dependência espacial das
99 variáveis estudadas visando o mapeamento dos nematoides e o fornecimento de subsídios
100 para manejo mais adequado da doença.

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150

MATERIAL E METODOS

O estudo foi realizado na destilaria Giasa, localizado no município de Pedras de Fogo, no Estado da Paraíba. A partir do histórico da usina em relação à ocorrência de nematoides parasitos de planta foram selecionadas quatro áreas com características similares, sendo duas com cobertura de palhiço (fazenda Mumbaba 07°17'48.5" de latitude sul e 035°03'34.7" de longitude oeste e fazenda Riacho dos Saltos 07°14'08.0" de latitude sul e 035°04'57,6" de longitude oeste), e outras duas áreas sem cobertura (fazenda Bica e Gume 07°24'26.9" de latitude sul e 035°03'11.1" de longitude oeste e fazenda Pedra Grande 07°18'45.4" de latitude sul e 035°04'46.5" de longitude oeste), cultivadas com as variedades RB867515 e RB92579.

Em cada área foram realizadas duas coletas, a primeira logo antes do corte e, a segunda, oito meses após o corte. As amostras foram coletadas na linha de plantio da cana-de-açúcar, espaçadas 7 m formando uma malha quadrangular de 42 × 42m. Cada malha foi georreferenciada com GPS e, em todos os pontos, foram coletadas amostras de 20-30 cm de profundidade, totalizando 49 amostras de solo e 49 amostras de raiz por coleta por área. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para o Laboratório de Fitonematologia, no Departamento de Agronomia da UFRPE.

Para as análises nematológicas, cada amostra foi homogeneizada, sendo tomados 300 cm³ de solo e extraídos os nematoides utilizando-se a técnica do peneiramento, seguido de centrifugação em solução de sacarose (Jenkins, 1964). As suspensões obtidas foram colocadas em frascos de vidro com tampas plásticas, e os nematoides contidos nessas suspensões foram mortos por meio do aquecimento dos recipientes em banho-maria a 55 °C, com adição, em seguida, de 1 ml de formaldeído a 37% (massa/volume). Para as amostras de raiz foram coletadas 10g, utilizando-se a associação da técnica de maceração rápida em liquidificador (20 segundos), com o método de Jenkins (1964). As suspensões de nematoides foram mantidas sob refrigeração (4-6°C), realizando-se a identificação e contagem de espécimes com o auxílio da lamina de Peters, em microscópio óptico, utilizando-se da média de duas leituras, cada uma delas correspondendo à metade da área de contagem total da lâmina, o que equivale a aproximadamente 0,5 ml cada.

Os nematoides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos tróficos (parasitos de planta, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros) baseado na morfologia do estoma e esôfago segundo Yeates *et al.* (1993). Para os nematoides não fitoparasitos foi realizada a identificação por família, para os fitoparasitos por família e gênero. A estrutura da nematofauna foi descrita pelos grupos tróficos e pelas razões micófagos/bacteriófagos (M/B) e onívoros + predadores / bacteriófagos + micófagos + parasitos de plantas (O+P)/(B+M+PP) segundo Gomes *et al.* (2003). Visando avaliar o possível efeito da cobertura do palhiço da cana-de-açúcar sobre os nematoides foi realizado análise covariância ao nível de 5% de probabilidade.

As características físico-químicas do solo de cada área de estudo são apresentadas na Tabela 1. Todas foram determinadas de acordo com a metodologia descrita no Manual de Análises de Solo da Embrapa (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de covariância, correlação de Pearson e geoestatística. Para a análise de covariância e correlação de Pearson foi utilizado o programa SAS – Statistical Analytical System (SAS Institute Inc.). Para análise geoestatística, utilizou-se a ferramenta geoestatística GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) (Englund e Sparks, 1991), adotando-se o estimador clássico da semivariância (Journel e Huijbregts, 1978), em que γ é o valor da semivariância estimada a partir dos dados experimentais, $N(h)$ é o número de pares de observações $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$ separadas por distâncias h (Landim, 1998).

151

$$\gamma^{-}(h) = \frac{1}{2 N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

Os parâmetros do semivariograma teórico foram representados nos gráficos definidos através do alcance (a) distância na qual a máxima variabilidade é atingida e que corresponde ao aumento da distância entre as amostras, patamar (C) representa o nível de variabilidade onde o semivariograma se estabiliza, corresponde a diferença entre o ponto de maior correlação ou a origem do semivariograma e o ponto que teoricamente representa a variância populacional e a variabilidade se estabiliza e efeito pepita (C_0) descontinuidade na origem do semivariograma correspondendo à diferença entre as amostras de maior proximidade e gerada por microrregionalizações, erros de amostragens ou erros de medidas, ajustados de modo a minimizar os erros quadráticos médios. Os ajustes dos modelos foram escolhidos em função dos parâmetros dos semivariogramas, coeficientes de determinação (R^2) e autovalidação ('Jack-Knifing'), calculando-se a distribuição dos erros padronizados (Montenegro e Montenegro, 2006).

164

165

166

167

168

169

170

Na elaboração dos mapas de distribuição espacial das variáveis, foi utilizado o programa Surfer Software (Golden Software, 1995), com base nos valores estimados por krigagem, realizada com o programa GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software). A análise do grau de dependência espacial dos atributos foi realizada segundo Cambardella *et al.* (1994), em que são considerados de dependência espacial forte os semivariogramas que têm um efeito pepita menor ou igual 25% do patamar, moderada entre 25% e 75%, e fraca quando for maior que 75%.

171

172

RESULTADOS

173

174

175

176

177

178

179

A nematofauna das quatro fazendas encontra-se descritas nas Tabelas 1 e 2. As fazendas com cobertura de palhicho obtiveram redução no número de nematoides totais e de vida livre depois da colheita da cana-de-açúcar, já os fitoparasitos reduziram na fazenda Mumbaba, porém houve acréscimo na Riacho dos Saltos (Tabela 2). Comportamento semelhante foi observado nas fazendas sem cobertura de palhicho onde houve redução no número de nematoides totais e fitoparasitos, enquanto que os nematoides de vida livre tiveram pequena redução na densidade populacional na fazenda Bica e Gume (Tabela 3).

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

Os nematoides da família Dorylaimidae predominaram em todas as fazendas (antes e depois da colheita da cana-de-açúcar, com dominância de 35,25%, 48,89%, 32,47% e 28,78% antes e 53,79%, 20,28%, 36,91% e 51,19% depois). Em relação aos parasitos de planta, antes da colheita predominou o gênero *Meloidogyne* em ambas as fazendas que utilizaram a cobertura de palhicho de cana-de-açúcar, com dominância de 11,04% e 21,21%, porém depois da colheita, o número de espécimes deste gênero diminuiu destacando o acréscimo de *Helicotylenchus* (14,90%) e *Pratylenchus* (28,80%), nas fazendas Mumbaba e Riacho dos Saltos, respectivamente. Quando analisamos as fazendas sem cobertura de palhicho de cana-de-açúcar, houve predominância dos gêneros *Helicotylenchus* (31,91%) e *Criconemella* (28,69%) antes da colheita e, *Criconemella* (17,41%) e *Pratylenchus* (9,82%), depois da colheita da cana-de-açúcar, nas fazendas Bica e Gume e Pedra Grande, respectivamente. Os nematoides parasitos de planta foram dominantes antes da colheita. Após a colheita da cana-de-açúcar, os nematoides de vida livre aumentaram a dominância nas fazendas sem cobertura de palhicho.

194

195

196

197

Em todas as fazendas, exceto na Mumbaba, a razão entre micófagos e bacteriófagos (M/B) foi baixa depois da colheita. Antes da colheita a razão M/B foi baixa na fazenda Pedra Grande, tendo como referência o valor estimado por Neher & Campbell (1994) para culturas anuais M/B=0,11 e bem próximo nas fazendas Bica e Gume e Pedra Grande (M/B=0,18 e

198 0,13). Na fazenda Riacho dos Saltos foi obtido $M/B=1,26$ e $M/B=0,20$ antes e depois da
199 colheita da cana-de-açúcar, respectivamente. A razão $(O+P)/(B+M+FP)$ apresentou altos
200 valores em todas as fazendas.

201 Os resultados da covariância (Tabela 4) mostram que o uso da cobertura de palhiço
202 aumentou significativamente as densidades populacionais de Mononchidae, *Helicotylenchus*,
203 *Criconemella* e de ectoparasitos, diminuiu *Hemiciclyophora* e não afetou os demais
204 nematoides.

205 Correlações foram encontradas entre a evolução C-CO₂ e *Helicotylenchus* (-15%) e
206 Mononchidae (20%), o carbono orgânico feito na coleta depois do corte da cana-de-açúcar e
207 o *Trichodorus* (-15%) e também entre os nematoides de vida livre e o gênero *Meloidogyne*
208 encontrado nas raízes igualmente na coleta depois do corte da cana-de-açúcar (-16%).

209 Com base nas semivariâncias experimentais obtidas (Tabela 5 e Figura 1, 2 e 3),
210 ajustou-se o modelo esférico para as variáveis analisadas exceto para ectoparasitas
211 imediatamente antes da colheita (fazenda Mumbaba) depois da colheita da cana-de-açúcar
212 (fazendas Mumbaba e Pedra Grande), endoparasitas depois da colheita da cana-de-açúcar
213 (fazenda Riacho dos Saltos) e os nematoides de vida livre depois da colheita (fazenda Riacho
214 dos Saltos e Bica e Gume) que apresentaram efeito pepita puro. O uso do semivariograma
215 para a análise geoestatística permitiu verificar a presença ou não de dependência espacial nas
216 propriedades analisadas. Considerando os semivariogramas obtidos, trata-se de modelos
217 isotrópicos, onde um único modelo foi suficiente para descrever a variabilidade espacial dos
218 nematoides em estudo, e atingiu um patamar dentro de cada período de avaliação,
219 correspondente ao seu alcance, de forma a satisfazer as suposições de estacionariedade. Os
220 parâmetros estimados para o modelo esférico (C_0 , C_1 , a) foram validados pelo teste de Jack
221 knifing, uma vez que os valores de média dos erros reduzidos, estavam próximos de zero e de
222 desvio padrão dos erros reduzidos, próximos de 1 (Tabela 5).

223 Os valores de alcance obtidos para os nematoides nas áreas em estudo variaram de 8 a
224 21 m para o período antes do corte e 7 a 16 m depois do corte, respectivamente (Tabela 5 e
225 Figura 1, 2 e 3). Nos períodos antes e após o corte, os nematoides apresentaram fraca
226 dependência espacial de acordo com a relação $C_0/(C_0+C)$, exceto endoparasitas
227 imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (fazenda Mumbaba) e os ectoparasitas
228 imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (fazenda Riacho dos Saltos) que
229 apresentaram moderada dependência espacial.

230 As Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam os mapas de contorno para os períodos em estudo,
231 produzidos por interpolação dos valores calculados para uma única variável, usando o
232 modelo de semivariograma. Na primeira coleta feita imediatamente antes da colheita da cana-
233 de-açúcar, os nematoides de vida livre em todas as fazendas em estudo se comportaram de
234 maneira semelhante apresentando-se de forma mais uniforme no solo que os fitoparasitos
235 sendo os endoparasitos os que mais se concentraram em determinadas áreas formando as
236 conhecidas reboleiras. Tanto os nematoides de vida livre quanto os ectoparasitos obtiveram
237 maiores valores na fazenda Mumbaba, com cobertura de palhiço de cana-de-açúcar, com 170
238 e 480 respectivamente. No entanto os nematoides endoparasitos o seu maior número de
239 espécimes encontrado foi na fazenda Pedra Grande onde não foi feita a cobertura com palhiço
240 de cana-de-açúcar, com 3300 nematoides endoparasitos encontrados, enquanto que na
241 fazenda Mumbaba seu valor chegou a 2200 nematoides endoparasitos. Os nematoides de vida
242 livre mostraram uma distribuição bastante uniforme no campo depois do corte da cana-de-
243 açúcar, as fazendas Riacho dos Saltos e Bica e Gume tiveram um comportamento similar,
244 aumentaram largamente sua distribuição dentro das áreas quanto tido como referência a
245 coleta imediatamente antes do corte. No entanto os nematoides fitófagos classificados como
246 endoparasitos mostraram uma redução drástica em relação a outra coleta apresentando um
247 máximo de 60 na fazenda Mumbaba. Após a colheita houve uma redução no número de

248 espécimes de nematoides endoparasitos nas fazendas Pedra Grande e Mumbaba para 1350 e
249 450 respectivamente.

250

251

DISCUSSÃO

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

A fazenda Riacho dos Saltos, com cobertura de palhico, depois da colheita da cana, o que aumenta a sua cobertura, teve comportamento contrário ao descrito por Aguilera e Matsouka (1984), que relataram redução no número de nematoides parasitos da cana após a adição de vinhaça. O aumento na densidade de nematoides fitoparasitas observado no presente estudo pode estar relacionado à presença de máquinas no campo por ocasião da colheita mecanizada. De maneira geral, o tempo de implantação da cultura afeta o nível populacional dos nematoides no solo e raiz e, após quatro ou cinco cortes consecutivos, a lavoura canavieira tem a necessidade de ser renovada (Cna e Senar, 2007). Na prática, entretanto, só há renovação do canavial devido à baixa na produtividade da cultura, levando a maiores períodos de exploração e, conseqüentemente, aumentando o período de multiplicação dos nematoides, não justificando o decréscimo no número de nematoides depois do corte da cana-de-açúcar, nas quatro fazendas.

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

Matos (2010) encontrou dominância do gênero *Criconemella* em áreas não irrigadas com vinhaça. Nas áreas irrigadas com vinhaça houve dominância de *Pratylenchus* e *Meloidogyne*, corroborando os resultados obtidos no presente estudo nas áreas sem e com cobertura de palhico de cana-de-açúcar. Em se tratando de nematoides de vida livre, Torres *et al.* (2006) e Matos (2010) encontraram maior dominância de bacteriófagos em área comerciais de melão e área de tabuleiro cultivada com cana-de-açúcar. N áreas de encosta cultivada com cana-de-açúcar, Matos (2010) encontrou uma dominância da família Dorylaimidae, o que discorda de Mattos (2002), que observou prevalência de Dorylaimidae apenas em solos perturbados. Por serem nematoides estrategistas do grupo *K*, os onívoros são relativamente sensíveis às perturbações ambientais. No entanto, comparando solo de mata com mais de 50 anos a solos com menos de 15 anos, Gómez *et al.* (2012) observaram que em solos de mata menos estáveis, com menos de 15 anos, houve o surgimento de apenas três espécies de nematoides.

277

278

279

280

281

282

283

284

Baixos valores da razão entre micófagos e bacteriófagos são comuns quando a via de decomposição deste solo está fundamentada na ação de bactérias (Matos, 2010), o que no presente estudo pode estar associado à adição de matéria orgânica via cobertura com palhico, explicando os valores da fazenda Mumbaba. Por outro lado, Rodrigues (2010) e Miranda (2009) encontraram baixos valores para a razão $(O+P)/(B+M+PP)$ em áreas de várzea, e de tabuleiro irrigado, respectivamente, o que é comum em áreas de cultivo anual. No entanto, no presente estudo foram encontrados altos valores para a razão $(O+P)/(B+M+PP)$ em todas as fazendas.

285

286

287

288

289

290

A cobertura com palhico de cana-de-açúcar reduz a perda de água do solo praticamente a metade com relação a solos descobertos, porém esse efeito é inversamente proporcional à profundidade do solo, ou seja, quanto mais profundo menor é esta redução (Peres *et al.*; 2010), condição de umidade favorável ao desenvolvimento de nematoides, justificando-se assim o aumento significativo nas densidades populacionais dos nematoides em geral ectoparasitos.

291

292

293

294

295

296

Costa (2010) verificou que após a adição de vinhaça em área com cobertura de palhico houve um pequeno aumento no número de ectoparasitos. No presente estudo, ocorreu o mesmo em relação aos endoparasitos na fazenda Riacho dos Saltos depois da colheita da cana-de-açúcar, quando houve incremento na adição da palha usada como cobertura. Segundo Souza (2009), embora diversos efeitos sobre as populações de nematoides parasitos de plantas no solo sejam atribuídos à matéria orgânica, o principal efeito é a multiplicação da

297 população de inimigos naturais dos nematoides, como fungos e bactérias nematófagas,
298 nematoides predadores e protozoários.

299 A falta de correlação significativa entre os nematoides de vida livre do grupo dos
300 bacteriófagos e o evolução C-CO₂, foi relatada por Ettema *et al.* (1998) os quais
301 consideraram que isso pode ter sido resultado da natureza não linear das relações tróficas, o
302 que inclui efeitos indiretos e feedbacks positivos (Wardle *et al.*, 2004; Fu *et al.*, 2005) ou
303 outro organismo ou fator ambiental pode estar influenciando essa relação (Stirling, 2011),
304 Cardoso *et al.* (2013) também não encontrou essa interação predador-presa entre
305 bacteriófagos e bactérias.

306 Segundo Barros (2010), a fraca dependência espacial dos nematoides nos
307 determinados períodos e áreas, pode ser resultado do manejo do solo, refletindo a influência
308 do manejo da cultura, que recebe um tráfego de máquinas pesadas, queima da palha e uso de
309 resíduos, tais como vinhaça.

310 Barros *et al.* (2013) estudando a influência do tráfego de máquinas durante a colheita,
311 como um indicador de compactação, sobre populações de parasitos de planta, indicou que a
312 falta de sililaridade entre os mapas deve-se possivelmente a necessidade dos endoparasitos
313 tem de espaços porosos maiores para suas atividades, onde apenas a fazenda Riacho dos
314 Saltos depois do corte da cana-de-açúcar, não apresentou manchas, todas as outras fazendas
315 nas duas épocas de colheita apresentaram com similaridade, onde nas fazendas com cobertura
316 de palhico e que sua colheita foi mecanizada os nematoides endoparasitos apresentaram se
317 mais pontual que nas fazendas onde não havia cobertura de palhico e sua colheita foi feita
318 manualmente, onde sua distribuição foi mais uniforme nas áreas quanto comparada com as
319 anteriores.

320 De acordo com Silva *et al.* (2000), os principais danos às culturas causados pelos
321 nematoides iniciam-se de forma localizada, nas manchas e reboleiras, ensejando a
322 possibilidade da abordagem dos problemas nematológicos segundo a agricultura de precisão,
323 fornecendo subsídios para o manejo de fitonematoides. Os mapas apontam as porções da área
324 que devem receber tratamento localizado, possibilitando redução de custos de manejo destes
325 patógenos.

326 Os dados aqui obtidos mostram que essas relações são bem mais complexas e
327 dependem, de forma direta ou indireta, de muitos fatores, a exemplo do tipo de matéria
328 orgânica, características bióticas e abióticas do solo, condições climáticas, susceptibilidade e
329 tolerância da cultura.

330

331

AGRADECIMENTOS

332 Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
333 Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro, à Universidade Federal Rural de Pernambuco
334 pela disponibilização dos laboratórios e viabilização da pesquisa, e à Destilaria Giasa por
335 disponibilizar as áreas e mão de obra no campo.

336

337

LITERATURA CITADA

338 Aguilera, M. M., e S. Matsuoka, 1984. Efeitos de residuos da industrialização da cana-de-
339 açúcar em áreas infestadas por nematoides. *Nematologia Brasileira*, 8:22-24.

340 Alves, M. C., E. A. Pozza, J. C. Machado, D. V. Araújo, V. Talamini, e M. S. Oliveira, 2006.
341 Geostatística como metodologia para estudar a dinâmica espaço-temporal de doenças
342 associadas a *Colletotrichum* spp. transmitidos por sementes. *Fitopatologia Brasileira*,
343 31 (6):557-563.

344 Avendanõ, F., O. Schabenberger, F. J. Pierce e H. Melakeberlan. 2003. Geostatistical
345 analysis of field spatial distribution patterns of soybean cyst nematode. *Journal of*
346 *Agronomy* 95:936-948.

- 347 Barros, P. A. 2010. Variabilidade espacial de atributos químicos e biológicos do solo sob o
348 cultivo de cana-de-açúcar. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de
349 Pernambuco, Recife, Brasil. 81pp.
- 350 Barros, P. A., M. A. L. M. Souza, M. F. L. David, M. S. Silva, L. O. Palhares e E. M. R.
351 Pedrosa. 2013. A influência do tráfego de máquinas durante a colheita sobre
352 *Meloidogyne* ssp. + *Pratylenchus zaeae* em área cultivada com cana-de-açúcar.
353 Disponível em:< <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0761-3.pdf>>.
354 Acesso em: 15 jan. 2014.
- 355 Cardoso, M. O., M. F. L. David, T. F. S. Vicente e E. M. R. Pedrosa. 2013. Influência da
356 densidade e porosidade do solo na atividade biológica em áreas cultivadas com cana-
357 de-açúcar e em fragmentos de floresta atlântica. Disponível em:<
358 <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0440-2.pdf>>. Acesso em: 15 jan.
359 2014.
- 360 CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL; SENAR –
361 SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. 2007. Cana-de-açúcar:
362 orientações para o setor canavieiro. Ambiental, fundiário e contratos. Brasil.
363 Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cana-de-](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cana-de-acucar_orientacoes_para_o_setor_canavieiro_000fipw96tk02wyiv80z4s4733kvhu6q.pdf)
364 [acucar_orientacoes_para_o_setor_canavieiro_000fipw96tk02wyiv80z4s4733kvhu6q.](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cana-de-acucar_orientacoes_para_o_setor_canavieiro_000fipw96tk02wyiv80z4s4733kvhu6q.pdf)
365 [pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cana-de-acucar_orientacoes_para_o_setor_canavieiro_000fipw96tk02wyiv80z4s4733kvhu6q.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014.
- 366 Cambardella, C. A., T. B. Moorman, J. M. Novak, T. B. Pakin, D. L. Karlem, R. F. Turco, e
367 A. A. Konopa. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils.
368 Soil Science Society of America Journal 58:1501-1511.
- 369 Costa, C. S., 2010. Efeito da aplicação de vinhaça nas propriedades físicas, químicas e
370 população de nematoides do solo coberto com palhicho de cana-de-açúcar, sob manejo
371 mecanizado. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,
372 Brasil. 94pp.
- 373 Dinardo-Miranda, L. L. 2005. Nematoides e pragas de solo em cana-de-açúcar. Encarte do
374 infomações agronômicas, n. 110, p.25-32.
- 375 Dinardo-Miranda, L. L. 2006. Manejo de nematoides na cana-de-açúcar. In: Segato, S.V., S.
376 N. PINTO, E. JENDIROBA, e J. C. M. NÓBREGA, (Eds.). Atualização de cana-de-
377 açúcar. Piracicaba. 2: 281-292.
- 378 Dinardo-Miranda, L. L. 2008. Nematóides. In: Dinardo-Miranda, L.L., A. C. M.
379 VASCONCELO, M. G. A. LANDELL. Cana-de-açúcar. Campinas: IAC, p. 405-422.
- 380 Dinardo-Miranda, L. L., M. A. Gil, e C. C. Menegatti, 2003. Danos causados por nematoides
381 a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Nematologia Brasileira. 27 (1):69-73.
- 382 Dinardo-Miranda, L. L., e J. V. Fracasso. 2009. Spatial distribution of plant-parasitic
383 nematodes in sugarcane fields. Scientia Agricola 66:188-194.
- 384 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1997. Manual de métodos de
385 análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212pp.
- 386 Englund, E., e A. SPARKS. 1991. Geo-EAS – Geostatistical Enviromental Assessment
387 Software. Las Vegas, U.S: Enviromental Protency Agency
- 388 Ettema, C. H., D. C. Coleman, G. Vellidis, R. Lowrance e S. L. Rathbun. 1998.
389 Spatiotemporal distributions of bacterivorous nematodes and soil resources in a
390 restored riparian wetland. Ecology journal. 79:2721–2734.
- 391 Freckman, D. W. e E. P. Caswell. 1985. The ecology of nematodes in agroecosystems.
392 Annual review of Phytopathology. 23:275-296.
- 393 Fu, S., H. Ferris, D. Brown e R. Plant. 2005. Does the positive feedback effect of nematodes
394 on the biomass and activity of their bacteria prey vary with nematode species and
395 population size?. Soil Biology & Biochemistry. 37(11):1979–1987.

396 GOLDEN SOFTWARE. Surfer for Windows: Surface mapping system. Versão 6.01.
397 Golden, 1995.

398 Gomes, G. S., S. P. Hung e J. E. Cares. 2003. Nematode community, trophic structure and
399 population fluctuation in soybean fields. *Fitopatologia Brasileira* 28:258-265.

400 Gómez, H. S. B., E. H. Canto, C. K. Pat, J. T. Suárez e E. R. Sánchez, 2012. Diversidad de
401 nematodos del suelo en una selva tropical mexicana, *Fitosanidad*, 16(2):97-100.

402 Hussey, R. S., e Y. M. Williamson, Y. M. 1998. Physiological and molecular aspects or
403 nematodes parasitism. In: Barker, K. R., G. A. Pederson, e G. L. Windham, (Eds.).
404 *Plant and nematodes interactions*, Winconsin: ASA-ESSA, p. 87-108.

405 Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from
406 soil. *Plant Disease Reporter* 48 (9):692.

407 Journel, A. C., e C. J. Huijberegts. 1978. *Mining geostatistics*. London: Academic, 600 p.

408 Landim, P. M. B. 1998. *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo: UNESP, 226 p.

409 Mattos, J. K. A. 2002. Nematoides do solo como indicadores da interferência humana nos
410 sistemas naturais: aspectos gerais e alguns resultados obtidos no Brasil. *Revisão*
411 *Anual de Patologia de plantas* 10:373-390.

412 Miranda, T. L. 2009. *Relações entre atributos físicos e biológicos do solo após operações de*
413 *colheita e aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar*. Dissertação de Mestrado,
414 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil. 74pp.

415 Montenegro, A. A. A., e S. M. G. L. Montenegro. 2006. Variabilidade espacial de classes de
416 textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. *Revista*
417 *Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10:30-37.

418 Neher, D. A., e C. L. Campbell. 1994. Nematode communities and microbial biomass in soils
419 with I and perennial crops. *Applied Soil Ecology* 1(1):17-28.

420 Peres, J. G.; C. F. Souza, e N. A. Lavorenti. 2010. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha
421 de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. *Engenharia Agrícola*
422 30:875-886.

423 Rodrigues, C. V. M. A. 2010. *Distribuição vertical da nematofauna associada ao cultivo da*
424 *cana-de-açúcar em área de várzea*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal
425 Rural de Pernambuco, Recife, Brasil. 55pp.

426 Silva, E. A., A. Garcia, J. F. G. Monico, e J. F. V. Silva. 2000. Agricultura de Precisão e o
427 potencial de tecnologias inovadoras no manejo integrado de fitonematoides. In
428 Congresso Brasileiro de Nematologia, 22. Uberlândia. Proceeding... Brasília:
429 Sociedade Brasileira de Nematologia, 19-27pp.

430 Souza, R. A. 2009. *Quantificação de Pratylenchus brachyurus em genótipos de soja (Glycine*
431 *max L) Merrill, em Tupirama/TO.. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de*
432 *Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. 62pp.*

433 Stirling, G. 2011. Biological control of plant-parasitic nematodes: an ecological perspective,
434 a review of progress and opportunities for further research. In: Davies, K., Spiegel, Y.
435 (Org.), *Biological control of plant-parasitic nematodes: Building coherence between*
436 *microbial ecology and molecular mechanisms*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1-38.

437 Torres, G. R. C., E. M. R. Pedrosa, A. A. A. Montenegro, S. J. Michereff e R. M. Moura.
438 2006. Aspectos ecológicos de comunidade de nematoides associada a cultivo de
439 *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte, *Nematologia Brasileira* 30:1-9.

440 Vieira, S. R., J. L. Hatfield, D. R. NIELSEN, e J. W. BIGGAR. 1983. Geostatistical theory
441 and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, 51:1-75.

442 Yeates, G. W., T. Bongers, R. G. M. Goede De, D. W. Freckman, e S. S. Georgieva, 1993.
443 Feeding habits in nematode families and genera – an outline for soil ecologists.
444 *Journal of Nematology*. 25 (3):315-331.

445 Wardle, D.A., R. D. Bardgett, J. N. Klironomos, H. Setälä, W. H. van der Putten, e D. H.
446 Wall. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota.
447 Science. 304(5677):1629–1633.
448

449 Tabela 1. Características físico-químicas do solo das fazendas Mumbaba, Riacho dos Saltos,
 450 Biga e Gume, e Pedra Grande da Destilaria Giasa, Pedras de Fogo-PB

		Fazendas			
		Mumbaba	Riacho dos Saltos	Bica e Gume	Pedra Grande
Calhaus >20 mm	%(mm)	0	0	1	0
Cascalho 20-2 mm	%(mm)	0	3	1	0
Terra Fina <2 mm	%(mm)	100	97	98	100
Densidade Aparente	(g/cm ³)	1,57	1,59	1,56	1,58
Densidade Real	(g/cm ³)	2,60	2,63	2,63	2,60
Porosidade Total	%(V/V)	40	40	41	39
Granulometria					
Areia Grossa 2-0.2 mm	g/kg	798	710	711	699
Areia Fina 0.2-0.05 mm	g/kg	158	231	195	246
Silte 0.05-0.002	g/kg	24	39	74	35
Argila <0.002	g/kg	20	20	20	20
Argila Natural	g/kg	0	0	0	0
Grau de Flocluação	%(mm)	100	100	100	100
Relação Silte/Argila		1,20	3,70	3,70	1,75
Classificação textural		AREIA	AREIA	AREIA	AREIA
Umidade a 1,5 MPa	%(mm)	2,00	2,00	2,80	3,00
Umidade a 0,01 MPa	%(mm)	4,00	4,80	5,30	5,30
Água Útil	%(mm)	2,00	2,80	2,50	2,30
Percentagem de	(%)	20	18	22	20
Saturação					
CE Extrato de Saturação	(dS/m)	1,20	0,89	1,59	0,80
pH em água		4,6	5,6	5,5	6,1
pH em KCl 1M		4,2	5	5,1	5,4
Complexo sortivo	(cmol(+) /kg)				
Cálcio		0,40	0,51	1,42	0,91
Magnésio		0,40	0,51	0,91	0,51
Potássio		0,03	0,01	0,04	0,03
Sódio		0,00	0,00	0,00	0,06
Soma de bases (SB)		0,84	1,03	2,37	1,51
Hidrogênio		1,24	0,87	1,64	0,99
Alumínio		0,08	0,01	0,01	0,00
CTC a pH 7,0		2,16	1,91	4,02	2,50
Saturação por bases (V)	(%)	39	54	59	60
Saturação por Alumínio	(%)	8,70	0,96	0,42	0,00
Saturação por Sódio	(%)	0,00	0,00	0,00	2,40
Carbono	g/kg	11,60	11,00	26,50	10,60
Nitrogênio	g/kg	1,00	0,90	1,80	0,90
Relação C/N		11,60	12,22	14,72	11,78
Matéria Orgânica	g/kg	20,00	18,96	45,69	18,27
Fosforo assimilável	g/kg	42	29	341	98

451 Dados obtidos através de análise realizada no laboratório AGROLAB

452 Tabela 2. Abundância, média e dominância da nematofauna associada às áreas com cobertura
 453 de palhiço cultivadas com cana-de-açúcar

Fazenda Mumbaba						
Grupos Tróficos	Antes			Depois		
	A ^w	Média±DP ^w	D ^x (%)	A ^w	Média±DP ^w	D ^x (%)
Vida Livre	6333	131,94±212,62	52,27	2804	57,22±82,80	61,91
Bacteriófagos						
Rhabditidae	907	18,90±41,54	7,49	40	0,82±5,71	0,88
Cephalobidae	589	12,27±30,67	4,86	0	0±0	0
Micófagos						
Aphelenchidae	0	0±0	0	0	0±0	0
Onívoros						
Dorylaimidae	4271	88,98±108,95	35,25	2436	49,71±55,86	53,79
Predadores						
Mononchidae	566	11,79±31,46	4,67	328	6,69±21,23	7,24
Fitoparasitos	5782	120,44±297,20	47,73	1725	35,21±97,67	38,09
<i>Meloidogyne</i> sp.	1337	27,85±50,79	11,04	466	9,51±34,38	10,29
<i>Pratylenchus</i> sp.	612	12,75±30,89	5,05	405	8,26±16,81	8,95
<i>Criconemella</i> sp.	655	13,64±29,52	5,41	139	2,84±9,64	3,07
<i>Helicotylenchus</i> sp.	2916	60,75±169,36	24,07	675	13,78±31,13	14,90
<i>Hemicicliophora</i> sp.	262	5,45±16,64	2,16	0	0±0	0
<i>Trichodorus</i> sp.	0	0±0	0	40	0,82±5,71	0,88
<i>Xiphinema</i> sp.	0	0±0	0	0	0±0	0
Nematoides Totais	12115	252,38±509,82	100	4529	92,43±180,47	100
M/B ^y		0,00±0,00			0,00±0,00	
(O+P)/(B+M+FP) ^z		0,66±0,38			1,56±0,74	
Fazenda Riacho dos Saltos						
Vida Livre	5072	103,51±185,27	63,78	2377	109,74±152,20	44,06
Bacteriófagos						
Rhabditidae	287	5,86±29,17	3,61	558	11,39±26,42	10,34
Cephalobidae	151	3,08±15,19	1,90	483	9,86±23,91	8,95
Micófagos						
Aphelenchidae	551	11,24±26,46	6,93	211	4,31±14,29	3,91
Onívoros						
Dorylaimidae	3888	79,35±100,20	48,89	1094	83,55±83,15	20,28
Predadores						
Mononchidae	195	3,98±14,25	2,45	31	0,63±4,43	0,58
Fitoparasitos	2880	58,77±124,11	36,22	3018	61,58±131,35	55,94
<i>Meloidogyne</i> sp.	1687	34,43±38,62	21,21	481	9,82±23,66	8,91
<i>Pratylenchus</i> sp.	270	5,51±21,90	3,40	1554	31,71±52,78	28,80
<i>Criconemella</i> sp.	31	0,63±4,43	0,39	171	3,49±12,26	3,17
<i>Helicotylenchus</i> sp.	892	18,20±59,16	11,22	98	2,00±8,06	1,82
<i>Hemicicliophora</i> sp.	0	0±0	0	651	13,28±25,59	12,07
<i>Trichodorus</i> sp.	0	0±0	0	36	0,73±5,14	0,67
<i>Xiphinema</i> sp.	0	0±0	0	27	0,55±3,86	0,50
Nematoides Totais	7952	162,28±309,38	100	5395	171,32±283,55	100
M/B ^y		1,26±0,60			0,20±0,29	
(O+P)/(B+M+FP) ^z		1,06±0,59			0,97±0,47	

454 ^wA (Abundância) = somatório do número de nematoides nas 49 amostras de cada área por
 455 300 cm³ de solo, Média±DP = número médio e desvio padrão de nematoides por 300 cm³ de

456 solo em cada área das 49 amostras, $^x D(\%)$ = dominância de cada grupo trófico e cada taxa
457 expresso em percentagem, $^y M/B$ = razão média entre micófagos e bacteriófagos das 49
458 amostras, $^z (O+P)/(B+M+FP)$ = razão média entre onívoros+predadores e
459 bacteriófagos+micófagos+fitoparasitos das 49 amostras.
460

461 Tabela 3. Abundância, média e dominância da nematofauna associada às áreas sem cobertura
 462 de palhiço cultivadas com cana-de-açúcar

Fazenda Bica e Gume						
Grupos Tróficos	Antes			Depois		
	A ^w	Média±DP ^w	D ^x (%)	A ^w	Média±DP ^w	D ^x (%)
Vida Livre	4468	91,18±185,74	44,89	4692	95,74±146,87	56,53
Bacteriófagos						
Rhabditidae	598	12,20±37,60	6,01	450	9,18±19,99	5,42
Cephalobidae	325	6,63±17,07	3,26	892	18,20±30,97	10,75
Micófagos						
Aphelenchidae	164	3,35±11,65	1,65	78	1,59±7,80	0,94
Onívoros						
Dorylaimidae	3232	65,96±107,75	32,47	3064	62,53±72,93	36,91
Predadores						
Mononchidae	149	3,04±11,67	1,50	208	4,24±15,18	2,51
Fitoparasitos	5485	111,94±266,41	55,11	3608	73,63±179,80	43,47
<i>Meloidogyne</i> sp.	374	7,63±17,22	3,76	594	12,12±34,79	7,16
<i>Pratylenchus</i> sp.	872	17,80±43,69	8,76	604	12,33±37,29	7,28
<i>Criconemella</i> sp.	918	18,73±49,09	9,22	1446	29,51±59,87	17,41
<i>Helicotylenchus</i> sp.	3176	64,82±140,30	31,91	794	16,20±31,61	9,57
<i>Hemicicliophora</i> sp.	145	2,96±16,11	1,46	130	2,65±10,53	1,57
<i>Trichodorus</i> sp.	0	0±0	0	40	0,82±5,71	0,48
<i>Xiphinema</i> sp.	0	0±0	0	0	0±0	0
Nematoides Totais	9953	203,12±452,15	100	8300	169,37±326,67	100
M/B ^y		0,18±0,21			0,06±0,15	
(O+P)/(B+M+FP) ^z		0,51±0,36			0,65±0,37	
Fazenda Pedra Grande						
Vida Livre	5845	119,29±210,5	45,51	2332	47,58±77,74	71,10
Bacteriófagos						
Rhabditidae	1212	24,73±104,83	9,44	400	8,16±17,96	12,19
Cephalobidae	921	18,80±31,26	7,17	179	3,65±14,58	5,46
Micófagos						
Aphelenchidae	0	0±0	0	74	1,51±7,50	2,26
Onívoros						
Dorylaimidae	3697	75,45±72,27	28,78	1679	34,26±37,70	51,19
Predadores						
Mononchidae	15	0,31±2,14	0,12	0	0±0	0
Fitoparasitos	6998	142,81±273,61	54,49	948	19,34±60,28	28,90
<i>Meloidogyne</i> sp.	971	19,82±44,77	7,56	232	4,73±15,36	7,07
<i>Pratylenchus</i> sp.	1528	31,18±56,29	11,89	322	6,57±17,65	9,82
<i>Criconemella</i> sp.	3686	75,22±134,22	28,69	0	0±0	0
<i>Helicotylenchus</i> sp.	706	14,41±26,43	5,79	308	6,28±14,99	9,39
<i>Hemicicliophora</i> sp.	27	0,55±3,86	0,21	0	0±0	0
<i>Trichodorus</i> sp.	80	1,63±8,04	0,62	0	0±0	0
<i>Xiphinema</i> sp.	0	0±0	0	86	1,76±12,28	2,62
Nematoides Totais	12843	262,10±484,11	100	3280	66,92±138,02	100
M/B ^y		0,00±0,00			0,13±0,23	
(O+P)/(B+M+FP) ^z		0,41±0,18			1,05±0,38	

463 ^wA (Abundância) = somatório do número de nematoides nas 49 amostras de cada área por
 464 300 cm³ de solo, Média±DP = número médio e desvio padrão de nematoides por 300 cm³ de

465 solo em cada área das 49 amostras, $^x D(\%)$ = dominância de cada grupo trófico e cada taxa
466 expresso em percentagem, $^y M/B$ = razão média entre micófagos e mbacteriófagos das 49
467 amostras, $^z (O+P)/(B+M+FP)$ = razão média entre onívoros+predadores e
468 bacteriófagos+micófagos+fitoparasitos das 49 amostras.

1

Tabela 4. Componente de covariância e nematoides

Cobertura	Mononchidae	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Criconemella</i>	<i>Hemicicliophora</i>	Ectoparasitas
Com Palhiço	5,47	14,99	16,17	1,33	33,31
Sem Palhiço	0,32	4,14	1,74	6,64	12,90

Tabela 5. Parâmetros dos semivariogramas isotrópicos experimentais obtidos para as quatro fazendas estudadas em duas épocas

Período	Fazenda	Nematoide	Parâmetros dos semivariogramas			GD	Modelo	Validação Cruzada		R ²
			C ₀	(C ₀ +C ₁)	a (m)			Média	Desvio Padrão	
Antes do Corte	Mumbaba	Ectoparasitas				Efeito Pepita Puro				
		Endoparasitos	915844,00	1231689,00	12,50	0,74	Esférico	-0,01	1,02	0,54
		Vida Livre	16882,30	17364,63	10,68	0,97	Esférico	-0,03	0,99	0,68
	Riacho dos Saltos	Ectoparasitas	3868,96	4337,92	9,51	0,89	Esférico	-0,01	1,05	0,57
		Endoparasitos	59385,00	65769,96	9,32	0,90	Esférico	0,03	0,96	0,41
		Vida Livre	13882,00	15364,01	9,78	0,90	Esférico	-0,07	0,98	0,68
	Bica e Gume	Ectoparasitas	27286,20	41572,40	14,76	0,66	Esférico	-0,02	1,03	0,57
		Endoparasitos	97826,20	115653,00	10,24	0,85	Esférico	-0,08	1,05	0,45
		Vida Livre	16690,90	20281,80	21,77	0,82	Esférico	0,01	0,97	0,41
	Pedra Grande	Ectoparasitas	5071,64	6643,25	9,38	0,76	Esférico	-0,01	1,01	0,67
		Endoparasitos	2654700,00	3309452,00	8,15	0,86	Esférico	-0,05	1,05	0,52
		Vida Livre	20613,50	21326,99	8,69	0,97	Esférico	0,03	0,96	0,62
Depois do Corte	Mumbaba	Ectoparasitas				Efeito Pepita Puro				
		Endoparasitos	146986,00	179772,40	16,56	0,82	Esférico	0,01	0,94	0,63
		Vida Livre	4062,48	4204,93	8,17	0,97	Esférico	0,04	0,96	0,42
	Riacho dos Saltos	Ectoparasitas	641,13	782,27	9,63	0,82	Esférico	-0,01	0,94	0,68
		Endoparasitos				Efeito Pepita Puro				
		Vida Livre				Efeito Pepita Puro				
	Bica e Gume	Ectoparasitas	4068,07	4536,14	8,11	0,90	Esférico	-0,08	0,92	0,72
		Endoparasitos	113717,00	118033,82	9,06	0,96	Esférico	-0,06	1,03	0,59
		Vida Livre				Efeito Pepita Puro				
	Pedra Grande	Ectoparasitas				Efeito Pepita Puro				
		Endoparasitos	1964700,00	2209403,00	10,16	0,89	Esférico	0,02	1,06	0,57
		Vida Livre	2005,00	2210,00	7,39	0,91	Esférico	0,04	0,97	0,97

C₀ = Efeito pepita, (C₀+ C₁) = patamar, a (m) = Alcance, GD = Grau de dependência, R² = coeficiente de determinação, C₀/(C₀+ C₁) = efeito pepita em relação ao patamar. C₀ / C₀+C₁ ≤ 0,25 = forte dependência espacial; 0,25 ≤ C₀ / C₀+C₁ ≤ 0,75 = moderada dependência espacial; 0,75 < C₀ / C₀+C₁ < 1,00 = fraca dependência espacial; C₀ / C₀+C₁ = 1,00 = variável independente espacialmente (efeito pepita puro)

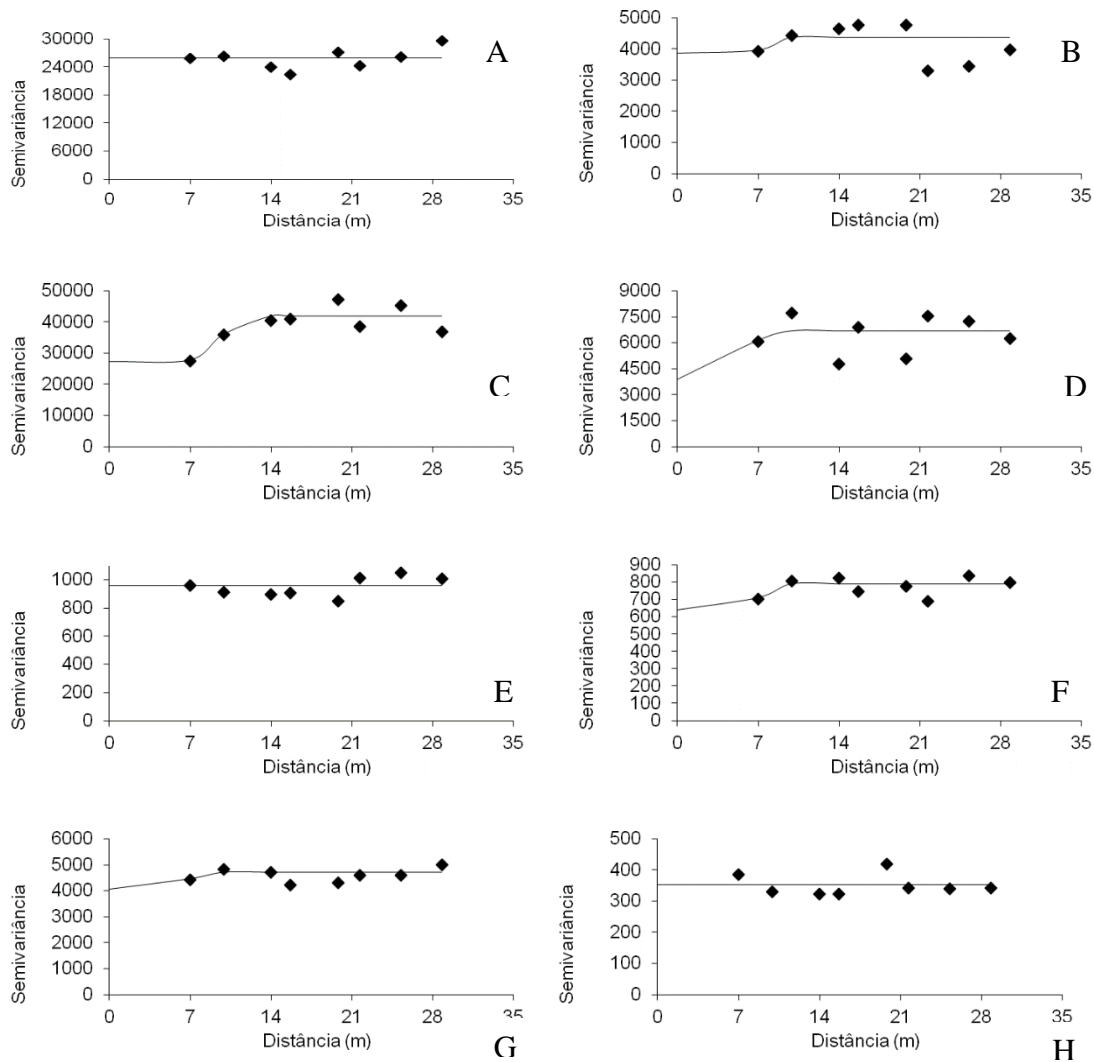


Figura 1. Semivariância dos nematoides ectoparasitos. (A) Fazenda Mumbaba imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (B) fazenda Riacho dos Saltos imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (C) fazenda Bica e Gume imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (D) fazenda Pedra Grande imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (E) fazenda Mumbaba depois da colheita da cana-de-açúcar, (F) fazenda Riacho dos Saltos depois da colheita da cana-de-açúcar, (G) fazenda Bica e Gume depois da colheita da cana-de-açúcar, (H) fazenda Pedra Grande depois da colheita da cana-de-açúcar

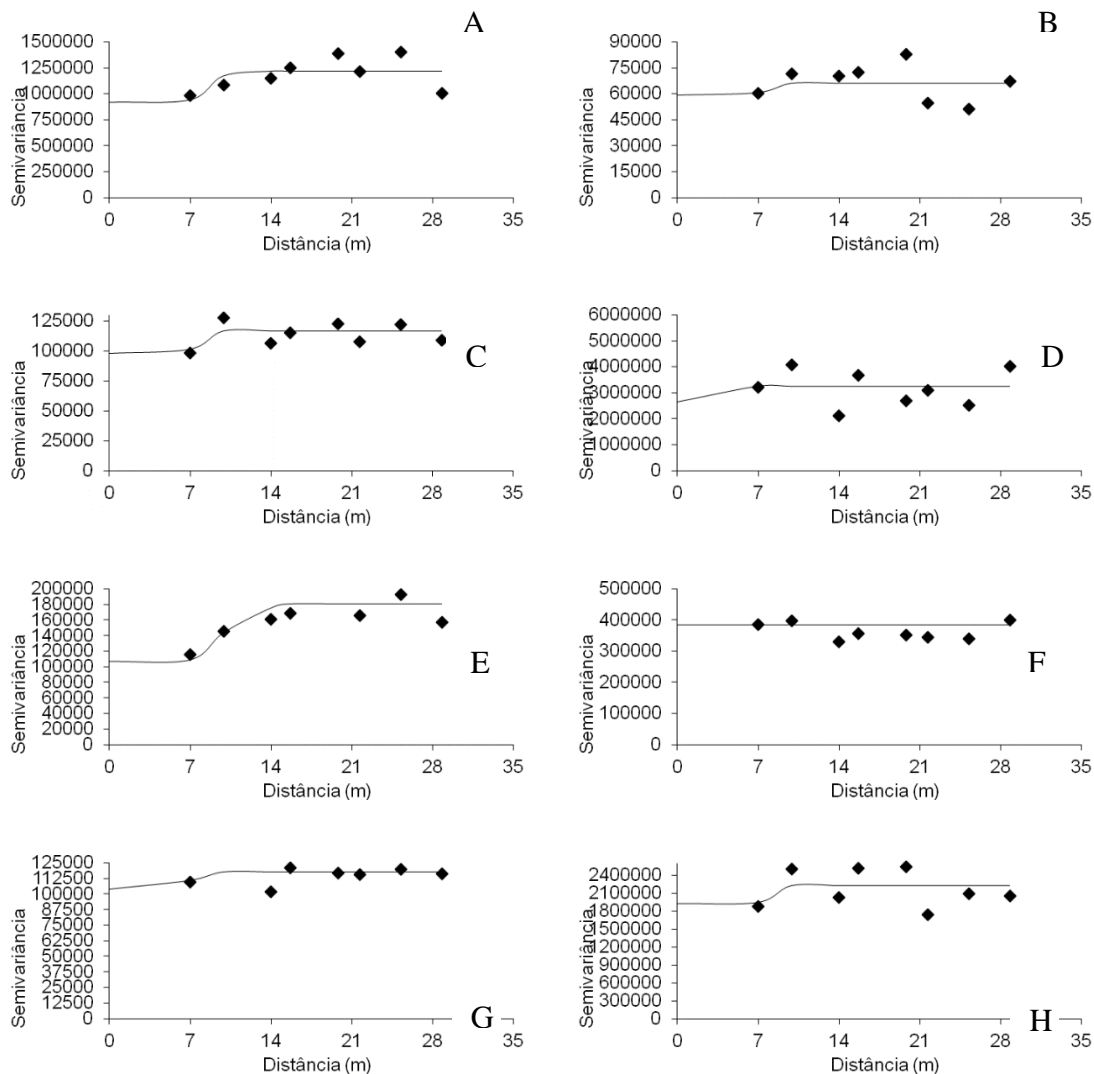


Figura 2. Semivariância dos nematoides endoparasitos. (A) Fazenda Mumbaba imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (B) fazenda Riacho dos Saltos imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (C) fazenda Bica e Gume imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (D) fazenda Pedra Grande imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (E) fazenda Mumbaba depois da colheita da cana-de-açúcar, (F) fazenda Riacho dos Saltos depois da colheita da cana-de-açúcar, (G) fazenda Bica e Gume depois da colheita da cana-de-açúcar, (H) fazenda Pedra Grande depois da colheita da cana-de-açúcar

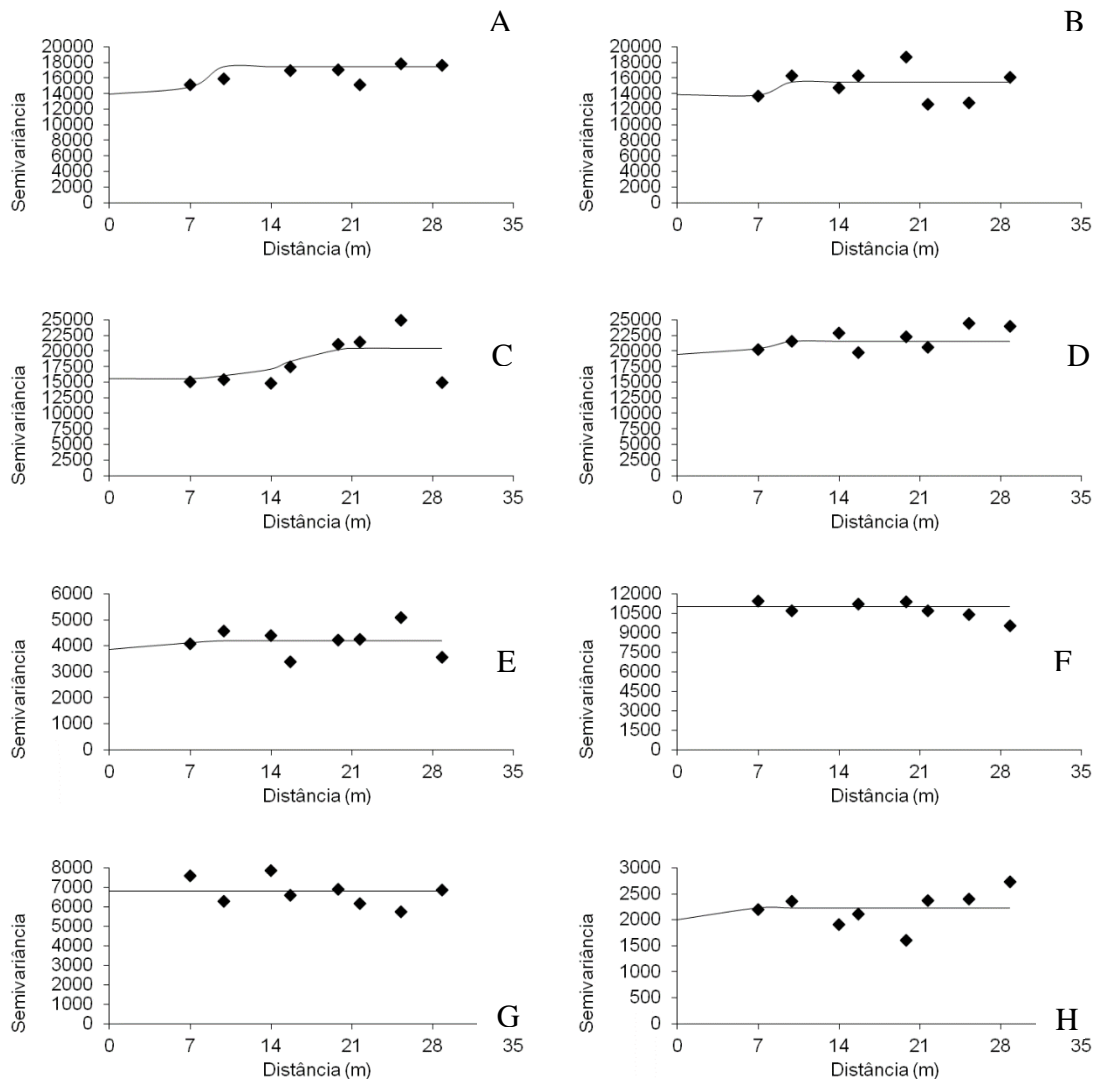


Figura 3. Semivariância dos nematoides de vida livre. (A) Fazenda Mumbaba imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (B) fazenda Riacho dos Saltos imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (C) fazenda Bica e Gume imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (D) fazenda Pedra Grande imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar, (E) fazenda Mumbaba depois da colheita da cana-de-açúcar, (F) fazenda Riacho dos Saltos depois da colheita da cana-de-açúcar, (G) fazenda Bica e Gume depois da colheita da cana-de-açúcar, (H) fazenda Pedra Grande depois da colheita da cana-de-açúcar

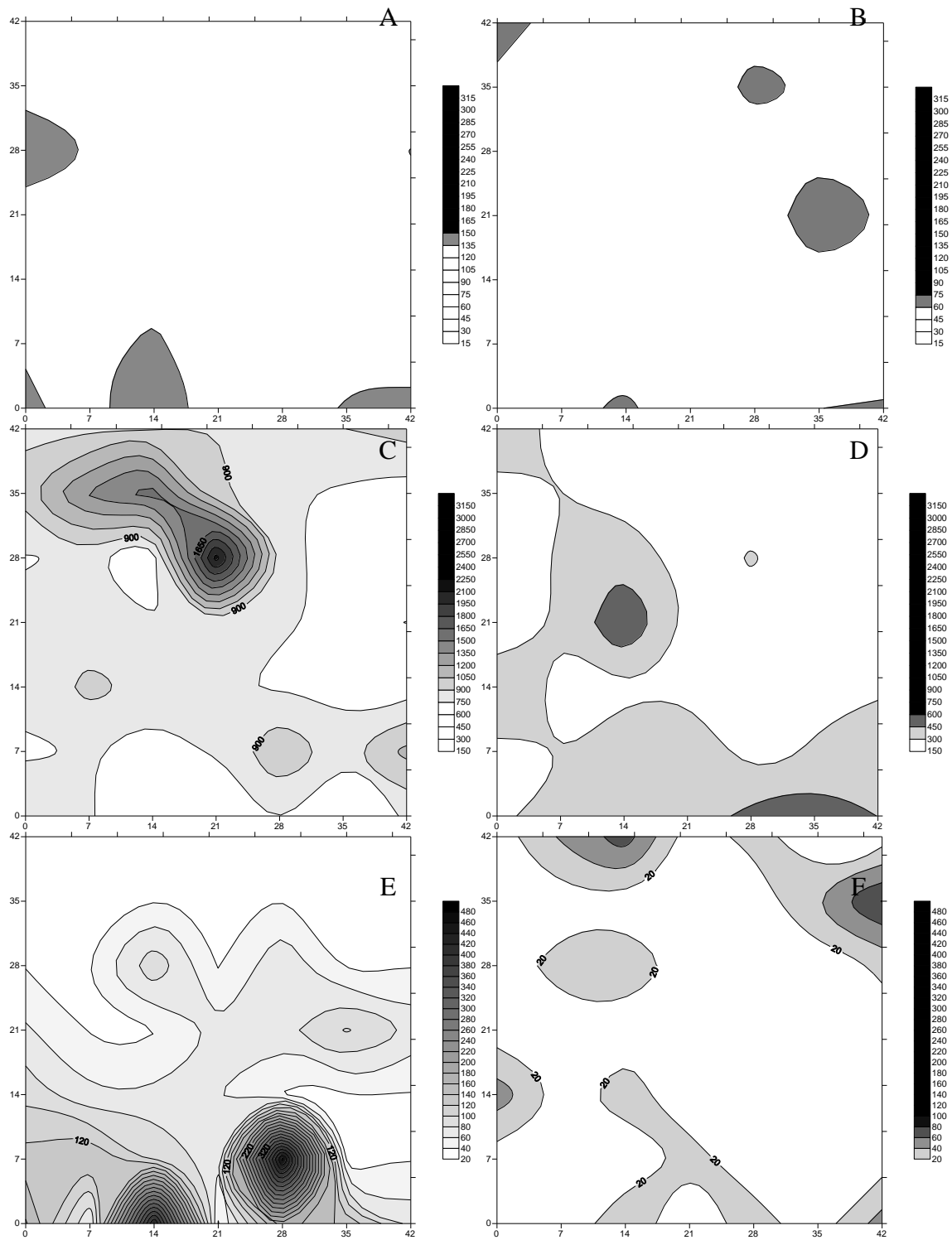


Figura 4. Mapas de krigagem. Fazenda Mumbaba nematoides de vida livre imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (A) e depois da colheita da cana-de-açúcar (B) endoparasitas (solo+raiz) imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (C) e depois da colheita da cana-de-açúcar (D) ectoparasitas imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (E) e depois da colheita da cana-de-açúcar (F)

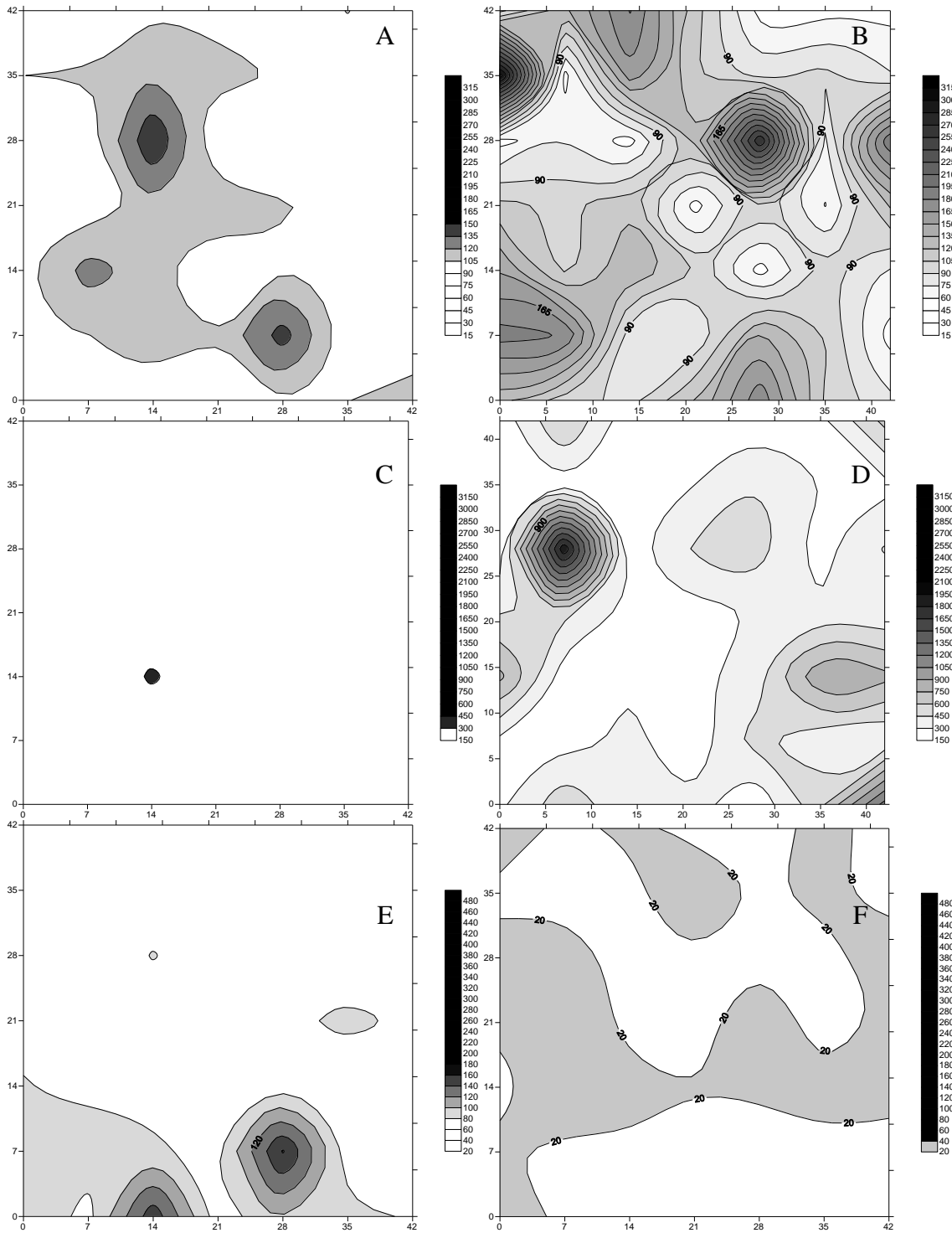


Figura 5. Mapas de krigagem. Fazenda Riacho dos Saltos nematoides de vida livre imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (A) e depois da colheita da cana-de-açúcar (B) endoparasitas (solo+raiz) imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (C) e depois da colheita da cana-de-açúcar (D) ectoparasitas imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (E) e depois da colheita da cana-de-açúcar (F)

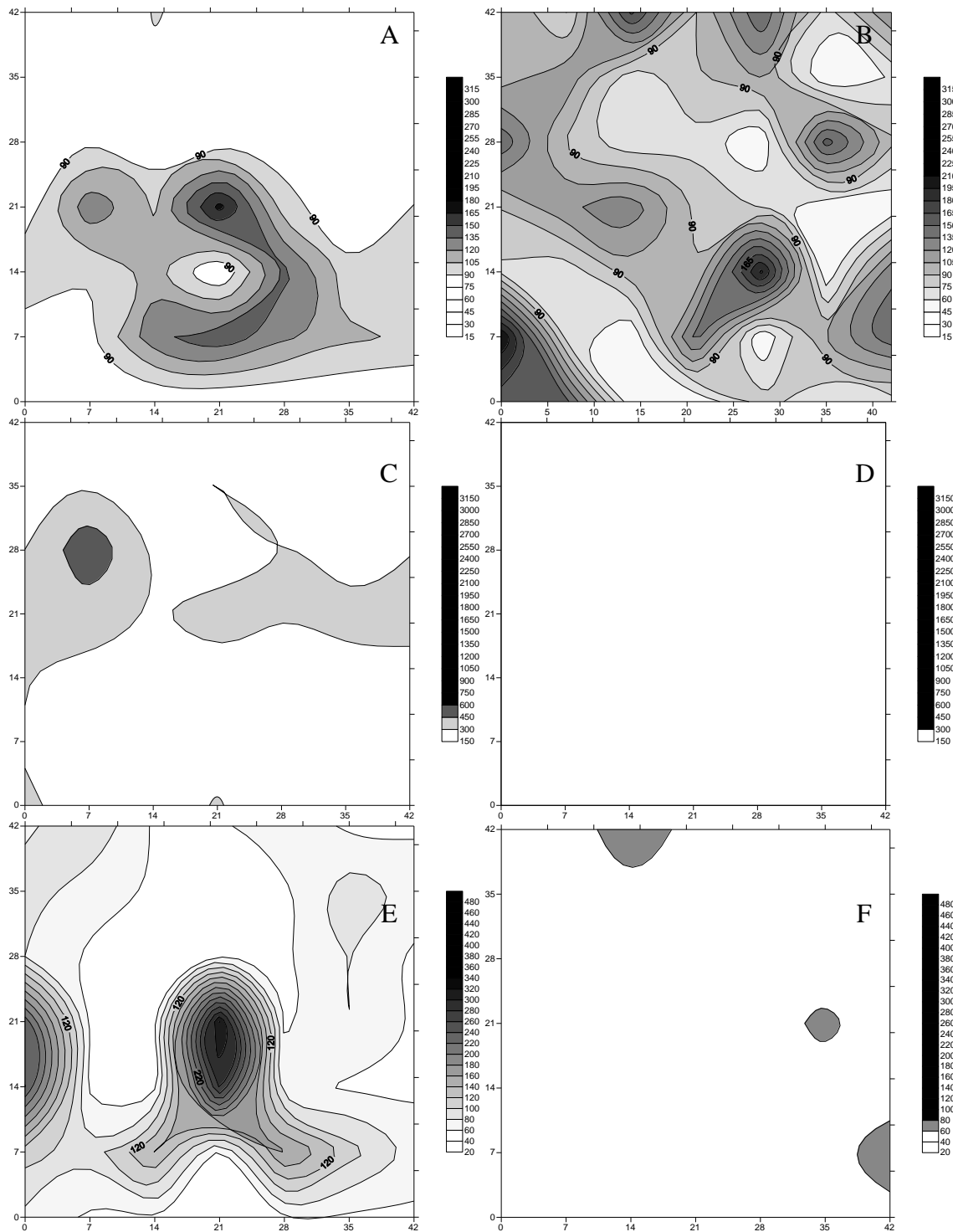


Figura 6. Mapas de krigagem. Fazenda Bica e Gume nematoides de vida livre imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (A) e depois da colheita da cana-de-açúcar (B) endoparasitas (solo+raiz) imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (C) e depois da colheita da cana-de-açúcar (D) ectoparasitas imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (E) e depois da colheita da cana-de-açúcar (F)

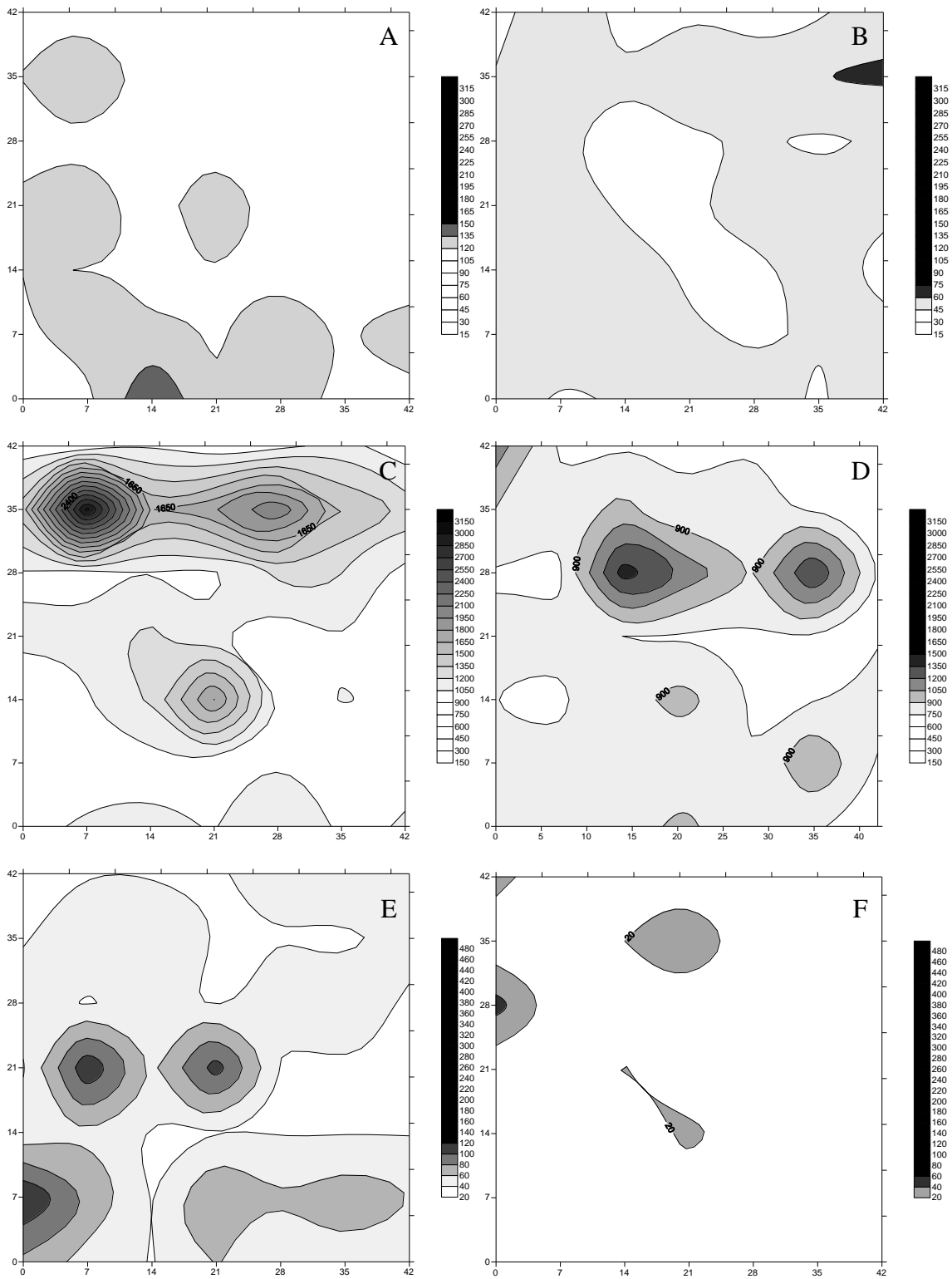


Figura 7. Mapas de krigagem. Fazenda Pedra Grande nematoides de vida livre imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (A) e depois da colheita da cana-de-açúcar (B) endoparasitas (solo+raiz) imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (C) e depois da colheita da cana-de-açúcar (D) ectoparasitas imediatamente antes da colheita da cana-de-açúcar (E) e depois da colheita da cana-de-açúcar (F)

CAPÍTULO III

**EFEITO DA DENSIDADE DA COBERTURA DO SOLO COM PALHIÇO DE CANA-DE-
AÇÚCAR SOBRE A NEMATOFUNA E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA**

1 **EFEITO DA DENSIDADE DA COBERTURA DO SOLO COM PALHIÇO DE CANA-DE-**
2 **AÇÚCAR SOBRE A NEMATOFUNA E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA¹**
3 **EFFECT OF DENSITY OF COVERAGE WITH SOIL TRASH CANE SUGAR ON**
4 **NEMATOFUNA AND DEVELOPMENT PLAN¹**

5 C. V. M. A. Rodrigues², E. M. R. Pedrosa^{3*}

6 ¹Parte da tese da primeira autora. ²Universidade Federal Rural de Pernambuco Departamento de
7 Agronomia, Brasil. ³Universidade Federal Rural de Pernambuco Departamento de Engenharia Agrícola,
8 Brasil. *Autor para correspondência: Universidade Federal Rural de Pernambuco Departamento de
9 Engenharia Agrícola, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, CEP: 52171-900, e-mail:
10 elvira.pedrosa@dtr.ufrpe.br

11
12 **RESUMO**

13 No presente estudo foi avaliado a influência de diferentes espessuras da cobertura do solo com palhiço
14 de cana-de-açúcar sobre a nematofauna e desenvolvimento da cana, em condições de casa de vegetação.
15 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 (solo
16 naturalmente infestado, tratado com nematicida e solo autoclavado) × 5 (espessura da cobertura do solo:
17 0 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm e 4 cm de palhiço), com cinco repetições. Os parasitos de planta (ecto e
18 endoparasitos) no solo não diferiram em relação aos diferentes níveis de cobertura com palhiço de cana-
19 de-açúcar, entretanto, os nematoides de vida livre apresentaram menor ($P=0.05$) densidade populacional
20 quando o solo foi coberto com 2 cm de cobertura de palhiço. Nas raízes, as densidades populacionais
21 de *Meloidogyne* e *Pratylenchus* (totais por sistema radicular e por grama de raiz) tiveram um
22 considerável aumento ($P=0.05$) quando o solo esteve coberto com o maior nível de cobertura (4 cm). A
23 altura das plantas, diâmetro do colmo, biomassa fresca do sistema radicular e da parte aérea e biomassa
24 seca da parte aérea, em solo naturalmente infestado não diferiu estatisticamente ($P=0.05$) do solo
25 autoclavado. O diâmetro do colmo e biomassa fresca do sistema radicular foi a maior ($P=0.05$) em solo
26 com nematicida. Os níveis de cobertura de palhiço de cana-de-açúcar estudados não afetaram as
27 variáveis de crescimento da cana-de-açúcar durante o período do experimento.

28
29 Palavras chave: biomassa, estrutura trófica, matéria orgânica, nematoide, *Saccharum*

30
31 **ABSTRACT**

32 It was studied density effect of trash harvesting of sugarcane used as soil amendment on dynamic of
33 nematode community and sugarcane development in naturally infested soil, under greenhouse.
34 Experiment was carried out in completely randomized design with factorial arrangement 3 (no treated,
35 treated with nematicide, and sterilized soil) × 5 (amendment density: 0 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm and 4 cm
36 of trash harvesting of sugarcane) with five replicates. Plant parasitic nematodes (ecto and endoparasites)
37 in soil were not affect ($P=0.05$) by different amendment densities, but free living nematodes densities

1 were lower in soil amended with 2-cm trash harvesting of sugarcane. In roots, *Meloidogyne* and
2 *Pratylenchus* densities (per root system or per gram of root) increased ($P=0.05$) when soil was covered
3 with the highest amendment level (4 cm). There was
4 no difference in plant height, stalk diameter, fresh root system biomass, shoot biomass, and dry shoot
5 biomass in naturally infested soil and sterilized soil, but stalk diameter and fresh root system biomass
6 were higher in soil with nematicide. Levels of trash harvesting of sugarcane amendment did not affect
7 any growing variables during the experimental period.

8
9 Key words: biomass, trophic structure, organic matter, nematode, *Saccharum*

10 11 **INTRODUÇÃO**

12 A produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) é regulada por diversos fatores de
13 produção, dentre os quais se destacam: planta (variedade), solo (propriedades químicas, físicas e
14 biológicas), clima (umidade, temperatura, insolação), práticas culturais (controle da erosão, plantio,
15 erradicação de plantas invasoras, descompactação do solo), controle de pragas e doenças, colheita
16 (maturação, corte, carregamento e transporte), entre outros (CASTRO; KLUGER, 2001). Dentre as
17 doenças, as nematoses são especialmente importantes devido à alta incidência, aos elevados prejuízos à
18 produção agrícola e custos para o controle (MARANHÃO, 2008).

19 A expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar no Nordeste em solo arenoso nas regiões de
20 tabuleiros costeiros associada à ocorrência de períodos com secas prolongadas têm agravado os
21 problemas causados por esses parasitos (MOURA, 2000) e intensificado a busca por alternativas de
22 manejo mais viáveis para as altas populações de nematoides na região (CHAVES et al., 2002). Na
23 colheita da cana, sem queimar, uma cobertura de palha de 10-20 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca
24 permanece na superfície do solo, o que corresponde a 40-100 kg ha⁻¹ de nutrientes (VITTI et al., 2008).
25 O uso de palha sobre o solo é uma das principais características do novo sistema de produção de cana
26 de açúcar, o que pode diferenciar do velho, os sistemas de gestão mais recentes, tornando-se um marco
27 (ROSSETO et al., 2008).

28 Embora as regiões de expansão apresentem índice pluviométrico anual adequado, a distribuição
29 das chuvas é irregular sendo que, em solos arenosos e com baixa capacidade de retenção, esta água da
30 chuva é perdida, devendo-se, portanto, pensar em alternativas para seu uso agrônômico (AZEVEDO et
31 al., 2002). Dentre elas esta a utilização de cobertura vegetal, técnica utilizada para diminuir a evaporação
32 de água do solo e incrementar o teor de matéria orgânica no solo, promovendo maiores valores de
33 retenção de água (RIPOLI; RIPOLI, 2004).

34 O palhço da cana-de-açúcar, erroneamente chamado de palha ou palhada, é o material
35 remanescente sobre a superfície do talhão após a colheita, principalmente a mecanizada, constituído de
36 folhas verdes, palhas, ponteiros, frações de colmos, eventualmente frações de raízes e partículas de terras
37 a eles aderidas (RIPOLI; RIPOLI, 2004), constituindo-se em excelente cobertura do solo.

1 O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes espessuras de cobertura
2 de palhiço em cana-de-açúcar sobre a dinâmica da nematofauna e crescimento das plantas, em solo
3 naturalmente infestado em condições de casa de vegetação.

4 **MATERIAIS E METODOS**

6 Rebolos de cana-de-açúcar variedade RB867515 foram postos pra germinar em casa de
7 vegetação do laboratório de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Após 20
8 dias, foram transplantados para vasos com capacidade para 5 litros contendo solo naturalmente
9 infestado, oriundo da fazenda Mumbaba (07°17'48.5" de latitude sul e 035°03'34.7" de longitude oeste),
10 Destilaria Giasa, localizada no município de Pedras de Fogo na Paraíba. A caracterização física e
11 química do solo em estudo é apresentada na Tabela 1.

12 Os tratamentos que compuseram o experimento foram solo autoclavado, solo naturalmente
13 infestado, com e sem o uso do Carbofuran. Cada um dos solos recebeu cobertura de palhiço de diferentes
14 espessuras (0 cm, 1 cm, 2 cm, 3 cm e 4 cm de palhiço), em delineamento inteiramente casualizado em
15 arranjo fatorial 3 (tratamentos do solo) × 5 (espessura da cobertura do solo), com cinco repetições,
16 totalizando 75 parcelas. O período experimental foi de 120 dias contados a partir do transplante das
17 plantas de cana-de-açúcar para os vasos com os diferentes tratamentos até a colheita do experimento. A
18 dosagem do Carbofuran foi de 7L/ha, aplicado diretamente sobre as raízes no momento do transplante.

19 Para as análises nematológicas, cada parcela foi homogeneizada, sendo tomados 300 cm³ de
20 solo e extraídos os nematoides utilizando a técnica do peneiramento, seguido de centrifugação em
21 solução de sacarose (JENKINS, 1964). As suspensões obtidas foram colocadas em frascos de vidro com
22 tampas plásticas. A estimativa populacional foi obtida através da contagem em lâminas de Peters, com
23 o auxílio de um microscópio óptico, em duas repetições, cada uma delas correspondendo à metade da
24 área de contagem total da lâmina, o que equivale a aproximadamente 0,5 ml cada, e os resultados
25 computados em número de espécimes por 300 cm³ de solo. As amostras de raiz foram processadas
26 utilizando-se a associação da técnica de maceração rápida em liquidificador (20 segundos), com o
27 método de Jenkins (1964). As suspensões de nematoides foram mantidas sob refrigeração (4-6°C),
28 realizando-se a identificação e contagem de espécimes igualmente a de solo.

29 Os nematoides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos tróficos
30 (parasitos de planta, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros) baseado na morfologia do estoma
31 e esôfago segundo Yeates et al. (1993). Os nematoides não parasitos de planta foram identificados por
32 família, e, os parasitos de planta, por família e gênero.

33 A avaliação das plantas fundamentou-se no peso fresco da parte aérea e raiz, diâmetro do colmo,
34 altura da planta, número de colmos, número de perfilhos, número e índice de galhas. Para avaliação da
35 reprodução do nematoide foi determinado o número de ovos por planta, ovos por grama de raiz e o fator
36 de reprodução (FR), obtido pela relação entre a população final (Pf) e a população inicial (Pi) do
37 nematoide ($FR = Pf/Pi$).

1 Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e, quando necessário, as comparações
2 entre as médias efetuadas pelo teste LSD de Fischer ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o
3 programa SAS - Statistical Analytical System (SAS Institute, 1998). Os dados relativos à reprodução do
4 nematoide foram transformados para $\log_{10}(x + 1)$ e, os relativos ao desenvolvimento das plantas, para
5 $\sqrt{(x+0.5)}$. Foram efetuadas correlações de Pearson, utilizando o programa SAS - Statistical Analytical
6 System (SAS Institute, Inc.), visando avaliar relações entre taxa da nematofauna e os diferentes níveis
7 de cobertura e as variáveis de desenvolvimento.

8

9 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

10 De forma geral o tratamento com nematicida foi onde mais se observou multiplicação dos
11 nematoides, de vida livre e parasitos de planta (Tabela 2). Entre os parasitos de planta encontrados no
12 solo, os ectoparasitos apresentaram maiores ($P=0.05$) densidades populacionais em solo naturalmente
13 infestado. Entre os nematoides de vida livre, os da família Dorylaimidae apresentaram a maior ($P=0.05$)
14 densidade populacional no tratamento com nematicida. Neste mesmo tratamento, *Pratylenchus* se
15 destacou entre os endoparasitos, e *Criconemella*, entre os ectoparasitos. Rodrigues (2010) observou que
16 a umidade do solo tem um efeito inverso a frequência do parasito de plantas *Pratylenchus*, o que poderia
17 explicar o motivo pelo qual a maior densidade de cobertura com palhiço induziu maiores médias em
18 relação às outras densidades, uma vez que quanto maior a espessura da cobertura maior a retenção da
19 umidade do solo.

20 No tratamento onde foi utilizado o nematicida observou-se maiores valores para os nematoides
21 estudados no solo, no entanto, também ocorreu aumento da biomassa fresca do sistema radicular,
22 possivelmente devido a um efeito fitônico do produto. É plausível admitir que a finalização do ciclo de
23 vida dos nematoides leve a uma elevação no nível populacional dos endoparasitos nas raízes das plantas.
24 Moura (1995) e Barros et al. (2000) observaram que após o período residual dos nematicidas, ocorre
25 boas condições para aumento das populações de nematoides, o que tem sido constatado, principalmente
26 na colheita da cana planta.

27 Em relação aos endoparasitos presentes no interior das raízes (Tabela 3), o número de espécimes
28 foi menor ($P=0.05$) no solo autoclavado que recebeu nematicida. Os parasitos de planta encontrados no
29 solo, ecto e endoparasitos, não diferiram estatisticamente ($P=0.05$) em relação aos diferentes níveis de
30 cobertura com palhiço de cana-de-açúcar. Os nematoides de vida livre apresentaram menor ($P=0.05$)
31 densidade populacional quando o solo foi coberto com 2 cm de cobertura de palhiço. Embora as famílias
32 Rhabditidae e Mononchidae não tenham diferido estatisticamente ($P=0.05$), a densidade populacional
33 dos dorylaimideos foi menor em solo com cobertura de 4 cm, diferindo estatisticamente ($P=0.05$) do
34 solo sem cobertura (Tabela 4).

35 Isoladamente, *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, os dois gêneros mais importantes para a cana-de-
36 açúcar nas condições do Nordeste, não diferiram estatisticamente ($P=0.05$) em relação aos diferentes
37 níveis de cobertura com palhiço de cana-de-açúcar. Comportamento semelhante foi apresentado pelos

1 ectoparasitos (Tabela 4). Os resultados obtidos para *Pratylenchus* no presente estudo corroboram os de
2 Barros et al. (2005) que encontraram, em valores absolutos, densidades populacionais de *Pratylenchus*
3 *zeae* mais altas em área irrigada tratadas com os nematicidas carbofuran e aldicarb. Mondino et al.
4 (2011) também encontraram predominância de parasitos de planta em solos de restinga, corroborando
5 os resultados obtidos neste estudo em solo naturalmente infestado de área comercial de cana-de-açúcar,
6 no entanto, com o uso de nematicida os nematoides de vida livre predominaram.

7 Para o gênero *Pratylenchus*, o uso de nematicida não diferiu estatisticamente do solo
8 autoclavado proporcionando valores abaixo do nível de dano descrito por Dinardo-Miranda e Ferraz
9 (1991) e Novaretti (1997). Segundo este último, populações próximas a 2.500 espécimes por 50 g de
10 raízes, aos seis meses de idade da cultura, podem causar reduções significativas de produção, em
11 variedades suscetíveis. Esses valores foram encontrados no presente estudo em solo naturalmente
12 infestado.

13 Nas raízes, as densidades populacionais de *Meloidogyne* e *Pratylenchus* (totais por sistema
14 radicular e por grama de raiz) tiveram um considerável aumento quando o solo esteve coberto com o
15 maior nível de cobertura (Tabela 5). Barros *et al.*(2005) observaram níveis populacionais baixos de
16 nematoides de galhas em raízes e solo de área irrigada, como também com uso de nematicida,
17 corroborando o presente estudo, contudo em áreas não irrigadas encontraram níveis populacionais
18 considerados de altos a muito altos.

19 Os nematoides endoparasitos não sofreram influencia da matéria orgânica incorporada pelo
20 palhicho da cana-de-açúcar, possivelmente devido ao hábito alimentar no interior dos tecidos das plantas,
21 sofrendo influência do ambiente externo à raiz em menor intensidade, concordando com os resultados
22 obtidos por Costa (2010). Por outro lado, os nematoides de vida livre se desenvolveram melhor em solo
23 sem cobertura, corroborando Matos (2010), que encontrou maiores dominância dos nematoides da
24 família Dorylaimidae em áreas não irrigadas com vinhaça, onde, igualmente a áreas sem cobertura de
25 palhicho, encontra-se menor quantidade de matéria orgânica.

26 As variáveis de crescimento da planta, altura, diâmetro do colmo, biomassa fresca do sistema
27 radicular e da parte aérea e biomassa seca da parte aérea, em solo naturalmente infestado não diferiu
28 estatisticamente ($P=0.05$) do solo autoclavado. O diâmetro do colmo e biomassa fresca do sistema
29 radicular foram maiores ($P=0.05$) em solo tratado com nematicida (Tabela 6). As demais variáveis de
30 crescimento tiveram comportamento semelhante em solo naturalmente infestado e tratado com
31 nematicida (Tabela 6). Os níveis de cobertura de palhicho de cana-de-açúcar estudados não afetaram as
32 variáveis de crescimento da cana-de-açúcar durante o período do experimento (Tabela7).

33 Apesar de não haver diferença significativa entre os níveis de cobertura no solo, as maiores
34 médias para as variáveis de crescimento das plantas analisados, exceto o de biomassa fresca do sistema
35 radicular, foi para o nível onde a camada de palhicho era mais espessa, com 4 cm de altura. No entanto,
36 Gava et al. (2001) indicam a possibilidade da soqueira de cana-de-açúcar sem cobertura de palhicho na
37 superfície do solo obterem maior produtividade. Efeito negativo da cobertura de palhicho de cana-de-

1 açúcar sobre a produtividade da cultura também foi relatado por Aude et al. (1993). Entretanto, Wood
2 (1991) verificou efeito positivo desta cobertura em solos que apresentam boa taxa de drenagem, ou com
3 precipitação insuficiente ou irregular.

4 Correlações significativas foram encontradas entre a biomassa fresca do sistema radicular e os
5 nematoides da família Dorylaimidae (0,24), e entre o nível de cobertura de palhicho de cana-de-açúcar e
6 os gêneros *Meloidogyne* (0,24), *Pratylenchus* (0,34) nas raízes, *Pratylenchus* por grama de raiz (0,35) e
7 diâmetro das plantas (0,25), sendo estas correlações positivas onde se aumentamos o nível de espessura
8 da cobertura estes aumentaram. No entanto correlação negativa entre o nível de cobertura de palhicho de
9 cana-de-açúcar e o número de nematoides da família Rhabditidae (-0,27) foi encontrada, indicando que
10 quando aumentarmos a espessura da cobertura de palhicho da cana-de-açúcar diminuirá o número de
11 nematoides desta família.

12 Em estudo no campo em áreas de encosta e tabuleiro irrigadas com vinhaça Matos (2010),
13 observou que a matéria orgânica e os nematoides de vida livre se correlacionaram negativamente, sendo
14 o nível de espessura da cobertura de palhicho de cana-de-açúcar, que é uma fonte de matéria orgânica,
15 correlacionando-se da mesma forma com os nematoides da família Rhabditidae. Para a vinhaça,
16 originada da produção do álcool e fonte de matéria orgânica, o seu efeito sobre a população de
17 nematoides, seja de vida livre ou fitoparasitos, é de forma indireta através da proliferação dos seus
18 inimigos naturais e da atividade e biodiversidade dos nematoides no ecossistema (Albuquerque et al.,
19 2002), porém no presente trabalho um outro resíduo da cana-de-açúcar o palhicho, também considerado
20 fonte de matéria orgânica obteve uma correlação positiva com fitonematoides endoparasitos, dentro da
21 raiz *Meloidogyne* e *Pratylenchus* e o *Pratylenchus* por grama de raiz.

23 CONCLUSÕES

24 Após os 120 dias o nematicida utilizado não foi eficiente para o controle dos nematoides, sendo
25 que para o gênero *Pratylenchus* não houve diferença significativa entre os tratamentos onde se utilizou
26 nematicida e solo autoclavado. A cobertura de palhicho de cana-de-açúcar não influenciou os nematoides
27 endoparasitos.

29 AGRADECIMENTOS

30 Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -
31 CNPq pelo apoio financeiro, à Universidade Federal Rural de Pernambuco pela disponibilização dos
32 laboratórios e viabilização da pesquisa, e à Destilaria Giasa por disponibilizar as áreas e mão de obra no
33 campo.

35 REFERÊNCIAS

- 1 ALBUQUERQUE, P. H. S.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Relações nematóide-hospedeiro em
2 solo infestado por *Meloidogyne* spp. tratado com torta de filtro e vinhaça. **Nematologia Brasileira**,
3 Brasília, v. 26, p. 27-34, 2002.
- 4
- 5 AUDE, M. I. S.; MARCHEZAN, E.; DARIVA, T.; PIGNATARO, I. H. B. Manejo do palhiço da cana-
6 de açúcar: 1. Efeito na produção de colmos industrializáveis e outras características agronômicas.
7 **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.3, p.281-286, 1993.
- 8
- 9 AZEVEDO, T. L.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. Revista do
10 **Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.1, p.23-31, 2002.
- 11
- 12 BARROS, A. C.B.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Aplicação de terbufós no controle de
13 *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste.
14 Parte 1 – Efeitos na cana planta. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n.1, p.73-78, 2000.
- 15
- 16 BARROS, A. C. B.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Estudo de interação variedade-nematicida
17 em cana-de-açúcar, em solo naturalmente infestado por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e
18 *Pratylenchus zae*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.39-46, 2005.
- 19
- 20 CASTRO, P. R. C.; KLUGER, R. A. **Ecofisiologia de culturas extrativistas: cana-de-açúcar,**
21 **seringueira, coqueiro, dendenzeiro e oliveira.** Cosmópolis: Stoller do Brasil. 2001. 138p.
- 22
- 23 CHAVES, A.; PEDROSA, E.M.R.; MOURA, R.M. Efeitos da aplicação de terbufós sobre a densidade
24 populacional de nematóides endoparasitos em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste.
25 **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n.2, p.167-176, 2002.
- 26
- 27 COSTA, C. S. **Efeito da aplicação de vinhaça nas propriedades físicas, químicas e população de**
28 **nematoides do solo coberto com palhiço de cana-de-açúcar, sob manejo mecanizado.** 2010, 94f.
29 Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- 30
- 31 DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERRAZ, L. C. C. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e
32 *Pratylenchus zae* a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). **Nematologia Brasileira**,
33 Brasília, v.15, n.1, p.9-16, 1991.
- 34
- 35 GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; PLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo
36 de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária**
37 **Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1347-1354, 2001.

1
2 JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant**
3 **Disease Reporter**.v. 48, n.9, p.692, 1964.
4
5 MARANHÃO, S. R. V. L. **Comunidade, dinâmica populacional e variabilidade espacial de**
6 **nematoides em áreas de cultivo de cana-de-açúcar sob diferentes condições edafoclimáticas.** 2008,
7 126f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
8
9 MATOS, D. S. S. **Amostragem e efeito da vinhaça sobre a distribuição de nematoides associados à**
10 **cana-de-açúcar em áreas de encosta e tabuleiro na zona da mata norte de Pernambuco.** 2010, 91f.
11 Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
12
13 MONDINO, E. A.; TAVARESI, O. C. H.; FIGUEIRA, A. F.; SOUZA, N. B.; BERBARA, R. L. L.
14 Comunidade de nematoides em diferentes formações vegetais em um ecossistema costeiro de restinga
15 no Brasil. **Nematropica**, Lakeland, v.41, p.229-239, 2011.
16
17 MOURA, R. M. Controle integrado de nematoides da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. In:
18 **Congresso brasileiro de nematologia**, Uberlândia, v.22, p.88-94, 2000.
19
20 MOURA, R. M. Dois anos de rotação de cultura em campos de cana-de-açúcar para controle da
21 meloidoginose 2. Considerações sobre o método e reflexos na produtividade agro-industrial da cana
22 planta. **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa,v.20, p.597-600, 1995.
23
24 NOVARETTI, W. R. T. **Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* (Nematoda:**
25 **Heteroderidae) em cana-de-açúcar associados ou não à matéria orgânica.** 1997, 112f. Tese
26 (Doutorado) - Universidade de São Paulo– ESALQ, Piracicaba, 1997.
27
28 RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.**
29 Piracicaba: Barros & Matos Editoração Eletrônica, 2004. p.302.
30
31 RODRIGUES, C. V. M. A. **Distribuição vertical da nematofauna associada ao cultivo da cana-de-**
32 **açúcar em área de várzea.** 2010, 55f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal
33 Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
34
35 ROSSETO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; CANTARELLA, H.; LANDEL, M. G. A. Manejo
36 conservacionista e reciclagem de nutrientes em cana-de-açúcar tendo em vista a colheita mecânica.
37 **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v.124, p.8-13, 2008.

1

2 VITTI, A.C.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; OTTO,
3 R.; TRIVELIN, M. O.; TOVAJAR, J. G. Mineralização da palhada e crescimento de raízes de cana-de-
4 açúcar relacionados com adubação nitrogenada de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
5 Viçosa, v.29, n.32, p.2757-2762, 2008.

6

7 WOOD, A. W. Management of crop residues following green harvesting of sugarcane in North
8 Queensland. **Soil and Tillage Research**, Cambridge, v. 20, p.69-85, 1991.

9

10 YEATES, G. W.; BONGERS, T.; GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S.
11 Feeding habits in nematode families and genera – an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**,
12 New Delhi, v.25, n.3, p.315-331, 1993.

13

1 Tabela 1. Características físico-químico do solo da fazenda Mumbaba da Destilaria Giasa, Pedras de
 2 Fogo - PB

		Fazenda Mumbaba
Calhaus >20 mm	%(mm)	0
Cascalho 20-2 mm	%(mm)	0
Terra Fina <2 mm	%(mm)	100
Densidade Aparente	(g/cm ³)	1,57
Densidade Real	(g/cm ³)	2,60
Porosidade Total	%(V/V)	40
Granulometria		
Areia Grossa 2-0.2 mm	g/kg	798
Areia Fina 0.2-0.05 mm	g/kg	158
Silte 0.05-0.002	g/kg	24
Argila <0.002	g/kg	20
Argila Natural	g/kg	0
Grau de Floculação	%(mm)	100
Relação Silte/Argila		1,20
Classificação textural		AREIA
Umidade a 1,5 Mpa	%(mm)	2,00
Umidade a 0,01 Mpa	%(mm)	4,00
Água Útil	%(mm)	2,00
Percentagem de Saturação	(%)	20
CE Extrato de Saturação	(dS/m)	1,20
pH em água		4,6
pH em KCl 1M		4,2
Complexo sortivo	(cmol(+)/kg)	
Cálcio		0,40
Magnésio		0,40
Potássio		0,03
Sódio		0,00
Soma de bases (SB)		0,84
Hidrogênio		1,24
Alumínio		0,08
CTC a pH 7,0		2,16
Saturação por bases (V)	(%)	39
Saturação por Alumínio	(%)	8,70
Saturação por Sódio	(%)	0,00

Carbono	g/kg	11,60
Nitrogênio	g/kg	1,00
Relação C/N		11,60
Matéria Orgânica	g/kg	20,00
Fosforo assimilável	g/kg	42

1 Dados obtidos de análise realizada no laboratório AGROLAB, Recife, PE

2

1 Tabela 2. Efeito do tratamento do solo sobre a densidade populacional de nematoides em solo
 2 naturalmente infestado com nematoides, da fazenda Mumbaba, Pedras de Fogo, PB, Brasil, em
 3 condições de casa de vegetação

Nematoide	Solo			
	Autoclavado	Com Nematicida	Natural	CV(%)
Dorylaimidea	17,71b	238,99a	60,00b	45,36
Rhabditidae	9,08b	144,20a	11,72b	88,83
Cephalobidae	0,00a	2,13a	0,00a	758,62
Aphelenchidae	0,64 ^a	3,20a	0,00a	561,53
Mononchidae	3,81b	69,35a	39,52a	124,46
<i>Meloidogyne</i> sp.	0,00b	9,01b	22,20a	193,49
<i>Pratylenchus</i> sp.	16,68b	91,7a	35,80a	92,95
<i>Criconemella</i> sp.	6,16b	145,07a	312,80a	76,89
<i>Helicotylenchus</i> sp.	1,20b	111,27a	30,80a	106,85
<i>Hemicicliophora</i> sp.	0,00a	2,91a	0,84a	409,35
<i>Trichodorus</i> sp.	2,20 ^a	14,44a	9,68a	211,15
Ectoparasitas	9,56b	273,68a	354,12a	46,55
Endoparasitas	16,68b	100,72a	58,00a	79,57
Vida Livre	31,24c	457,87a	111,24b	35,89

4 Para análise estatística os dados foram transformados em $\log_{10}(x+1)$, sendo apresentado a media dos
 5 dados originais. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre
 6 si pelo teste LSD de Fischer ao nível de 5% de probabilidade.

7

1 Tabela 3. Efeito do tratamento do solo sobre a densidade populacional de nematoides endoparasitos
 2 encontrados em raízes de cana-de-açúcar cultivadas em solo naturalmente infestados com nematoides
 3 da fazenda Mumbaba, Pedras de Fogo, PB, Brasil, em condições de casa de vegetação

Solo	Nematoides				Endoparasitas
	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Pratylenchus</i> sp.	<i>Meloidogyne</i> sp./gr de raiz	<i>Pratylenchus</i> sp./gr de raiz	
Autoclavado	80,15b	97,01b	0,64b	0,78b	177,16b
Com Nematicida	240,60b	137,52b	2,02b	1,26b	378,12b
Natural	2504,60a	1185,36 ^a	39,26a	14,49a	3689,92a
CV(%)	49,59	62,84	73,36	86,47	47,01

4 Para análise estatística os dados foram transformados em $\log_{10}(x+1)$, sendo apresentado a média dos
 5 dados originais. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre
 6 si pelo teste LSD de Fischer ao nível de 5% de probabilidade.

7

1 Tabela 4. Efeito de diferentes níveis de coberturas sobre a densidade populacional de nematoides
 2 habitantes do solo

Nematoide	Cobertura					CV(%)
	0	1	2	3	4	
Dorylaimidea	126,56a	121,53a	85,73ab	114,27ab	79,73b	45,36
Rhabditidae	145,67a	40,67a	30,40a	38,07a	20,20a	88,83
Cephalobidae	3,56 ^a	0,00b	0,00b	0,00b	0,00b	758,62
Aphelenchidae	5,33 ^a	1,07ab	0,00b	0,00b	0,00b	561,53
Mononchidae	10,33 ^a	51,87a	23,13a	44,60a	57,87a	124,46
<i>Meloidogyne</i> sp.	8,89 ^a	4,53a	10,60a	9,67a	18,33a	193,49
<i>Pratylenchus</i> sp.	94,78 ^a	50,27a	31,27a	23,13a	40,87a	92,95
<i>Criconemella</i> sp.	67,77 ^a	247,93a	225,47a	62,67a	169,53a	76,89
<i>Helicotylenchus</i> sp.	166,78 ^a	22,00a	9,33a	19,60a	21,07a	106,85
<i>Hemicicliophora</i> sp.	1,78 ^a	2,00a	2,47a	0,00a	0,00a	409,35
<i>Trichodorus</i> sp.	3,67 ^a	14,87a	2,73a	11,67a	10,93a	211,15
Ectoparasitas	240,00a	286,80a	240,00a	93,93a	201,53a	46,55
Endoparasitas	103,67 ^a	54,80a	41,87a	32,80a	59,20a	79,57
Vida Livre	291,44 ^a	215,13a	139,27b	196,93ab	157,80ab	35,89

3 Para análise estatística os dados foram transformados em $\log_{10}(x+1)$, sendo apresentado a média dos
 4 dados originais. Na mesma linha médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre
 5 si pelo teste LSD de Fischer ao nível de 5% de probabilidade.

6

1 Tabela 5. Efeito de diferentes níveis de coberturas sobre a densidade populacional de nematoides
 2 endoparasitos encontrados em raízes de cana-de-açúcar cultivadas em solo naturalmente infestados com
 3 nematoides da fazenda Mumbaba, Pedras de Fogo, PB, Brasil, em condições de casa de vegetação

Cobertura	Nematoides				Endoparasitas
	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Pratylenchus</i> sp.	<i>Meloidogyne</i> sp./gr de raiz	<i>Pratylenchus</i> sp./gr de raiz	
0	703,78c	94,89b	12,83ab	1,61b	798,67d
1	40,87c	66,13b	5,38b	0,61b	517,00cd
2	483,13bc	330,67b	5,45b	3,07b	813,80bc
3	938,07ab	794,27 ^a	7,63b	6,17a	1732,33ab
4	2133,00a	1080,53 ^a	38,61a	16,08a	3213,53a
CV(%)	49,59	62,84	73,36	86,47	47,01

4 Para análise estatística os dados foram transformados em $\log_{10}(x+1)$, sendo apresentado a media dos
 5 dados originais. Na mesma coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre
 6 si pelo teste LSD de Fischer ao nível de 5% de probabilidade.

7

1 Tabela 6. Variáveis de desenvolvimento da cana-de-açúcar em diferentes tratamentos do solo em casa
 2 de vegetação

Solo	Variáveis de Desenvolvimento				
	Altura	Diâmetro	Biomassa Fresca do Sistema Radicular	Biomassa Fresca Da Parte Aérea	Biomassa Seca da Parte Aérea
Autoclavado	228,35 ^a	1,26 ^a	128,26ab	132,61a	64,61a
Com Nematicida	179,00b	1,20 ^a	146,61a	87,56b	41,91b
Natural	179,90b	1,16 ^a	100,72b	89,86b	41,14b
CV(%)	15,14	15,98	22,11	19,91	23,43

3 Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{(x+0,5)}$, sendo apresentado a media dos dados
 4 originais. Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo
 5 teste LSD de Fischer ao nível de 5% de probabilidade.

6

- 1 Tabela 7. Variáveis de desenvolvimento da cana-de-açúcar em diferentes níveis de cobertura de palhicho
 2 em casa de vegetação

Cobertura	Variáveis de Desenvolvimento				
	Altura	Diâmetro	Biomassa Fresca do Sistema Radicular	Biomassa Fresca Da Parte Aérea	Biomassa Seca da Parte Aérea
0	185,71	1,03	106,57	87,43	42,14
1	204,73	1,19	132,47	100,40	46,93
2	186,73	1,22	120,33	93,60	43,80
3	197,20	1,27	136,60	114,20	51,27
4	201,13	1,24	123,33	114,40	59,27
CV(%)	15,14	15,98	22,11	19,91	23,43

- 3 Não houve diferença significativa

CAPÍTULO IV
CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

- O uso da cobertura de palhiço no campo aumentou significativamente as densidades populacionais de Mononchidae, *Helicotylenchus*, *Criconemella* e dos ectoparasitos, no entanto diminuiu *Hemiciclyophora*;
- Após 20 dias o nematicida Carbofuran não foi eficiente para o controle dos nematoides;
- A cobertura de palhiço de cana-de-açúcar não influenciou os nematoides endoparasitos, em casa de vegetação aos 120 dias;
- As relações entre nematoides e cobertura com palhiço de cana-de-açúcar são bastante complexas e dependem de vários fatores, como o tipo de matéria orgânica.